

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Porovnání provozních vlastností lokomotiv se spalovacím motorem ČKD a
Caterpillar**

**Operating Characteristics Comparison of Locomotives with ČKD and
Caterpillar Engines**

Student:

Pavel Skříčák

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Široký Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22. května 2009

.....

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje Zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB –TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě zápočtovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího zápočtové práce. Souhlasím s tím, že údaje o zápočtové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít toto dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 22. května 2009

.....

Podpis studenta

Pavel Skřičík

Havlíčková 1171

Valašské Meziříčí 757 01

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Skřičík P. Porovnání provozních vlastností lokomotiv se spalovacím motorem ČKD a Catrerpillar. Ostrava: Institut dopravy, fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 66 s, přílohy 4 s. Bakalářská práce, vedoucí Ing. Široký, J., Ph.D.

První část diplomové práce je zaměřena na analýzu teoretických metod vytvoření tachogramu jízdy. Přibližuje porovnávané typy lokomotiv. Druhá část obsahuje porovnání nároků na údržbu, její pracností a je zde vyhodnocen vytvořený tachogram jízdy. V závěru druhé části je proveden výpočet spotřeby paliva na sledovaném úseku. V třetí části je prováděno porovnání vypočítaných hodnot. Je zde vyhodnocení zjištěných parametrů a doplněno provozně-technické hodnocení lokomotiv.

ANNOTATION OF THESIS

Skřičík, P Operating Characteristics Comparison of Locomotives with ČKD and Carerpillar Engines. Ostrava: Institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – technical University of Ostrava 2009, 66 p, insert 4 p. Thesis, head: Ing. Široký, J., Ph.D

The first part of thesis is focused on analysis of theoretical methods for creation technogram of journey. The thesis compared the types of lokomotives. The second part contains a comparison of maintenance "charge" and its demand factor. In this part of thesis is assessed technogram. At the end of second part is stated calculation of fuel consumption of the monitored stage. The third part of thesis is based on comparison of calculated values. There is evaluated the identified parameters completes by operational and technical evaluation of lokomotives.

OBSAH

Seznam zkratk	8
Úvod.....	9
Charakteristika a cíl práce.....	9
1 Analýza teoretických metod stanovení parametrů jízdy	10
1.1 Spotřeba paliva.....	10
1.2 Početní metoda stanovení spotřeby.....	10
1.3.1 Tachogram	11
1.2.2 Výpočetní metoda	11
1.2.3 Setrvačný sklon	11
1.2.4 Přebytek měrné tažné síly	12
1.2.5 Redukovaný sklon tratě.....	12
1.2.6 Přírůstek dráhy a času	13
1.2.7 Lineární interpolace hodnoty rychlosti	13
1.2.8 Zastavení vlaku na stanoveném místě.....	14
1.2.9 Tabulkové zpracování.....	15
2 Charakteristika sledovaných lokomotiv.....	16
2.1 Lokomotiva 753	16
2.1.1 Pojezd a podvozek	17
2.1.2 Skříň a pohon	17
2.2 Lokomotiva 755	18
2.2.1 Technická charakteristika lok.755	18
2.2.2 Skříň a pohon	19
3 Porovnání údržby hnacích vozidel.....	20
3.1.1 Údržba HV	20
3.2 Sledovaný úsek údržby	21
3.2.1 Časová náročnost jednotlivých prohlídek.....	21
3.2.2 Náklady na prohlídky.....	22
3.2.3 Porovnání nákladů na údržbu.....	23
4 Vytvoření tachogramu jízdy a výpočet spotřeby paliva	25
4.1.1 Tachogram jízdy	25
4.1.2 Zastavení vlaku ve stanoveném místě.....	29
4.2 Výpočet tachogramu pro lokomotivu 753	32
4.2.1 Výpočet pro lokomotivu řady 753 na trati Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí 32	
4.2.2 Výpočet pro lokomotivu řady 753 na trati Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí 33	
4.3 Výpočet tachogramu pro lokomotivu řady 755	34
4.3.1 Výpočet pro lokomotivu řady 755 na trati Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí 34	
4.3.2 Výpočet pro lokomotivu řady 755 na trati Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí 35	
4.4 Výpočet spotřeby paliva	36
4.4.1 Výpočet spotřeby paliva pro lokomotivu řady 753 s motorem ČKD z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí a zpět.....	36
4.4.2 Směr Valašské Meziříčí- Frýdlant nad Ostravicí.....	36
4.4.3 Směr Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí	40

4.5	Výpočet spotřeby paliva pro lokomotivu řady 755 s motorem Caterpillar z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí a zpět.....	43
4.5.1	Odebíraný výkon pomocných zařízení	44
4.5.2	Směr Valašské Meziříčí- Frýdlant nad Ostravicí.....	45
5	Porovnání zjištěných parametrů.....	47
5.1	Dodržení jízdní doby.....	47
5.2	Spotřeba paliva.....	48
5.3	Nároky na údržbu.....	51
6	Provozně-technické hodnocení	53
	Spotřeba paliva.....	54
7	Závěr	56
	Použitá literatura	58
	Příloha.....	59

Tabulky

Tabulka 1:	Horní hranice kilometrického proběhu pro přistavení do prohlídky (V25).....	20
Tabulka 2:	Pracnost provozního ošetření (O). [SAP]	21
Tabulka 3:	Pracnost malé prohlídky (M). [SAP]	22
Tabulka 4:	Náklady na údržbu.....	24
Tabulka 5:	Tabulkový výpočet začátku brzdění.	30
Tabulka 6:	Jízdní řád lok.753 ve směru Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.....	32
Tabulka 7:	Jízdní řád lok.753 ve směru Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.....	33
Tabulka 8:	Jízdní řád lok.755 ve směru Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.....	34
Tabulka 9:	Jízdní řád lok.755 ve směru Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.....	35
Tabulka 10:	Porovnání teoretických jízdních dob a pravidelných jízdních dob.....	35
Tabulka 11:	Spotřeba paliva na jednotlivých jízdních stupních dle trakční charakteristiky lok.753.	36
Tabulka 12:	Spotřeba nafty Valašské Meziříčí – Hostašovice.	37
Tabulka 13:	Spotřeba nafty Hostašovice- Mořkov.	37
Tabulka 14:	Spotřeba nafty Mořkov- Veřovice.	37
Tabulka 15:	Spotřeba nafty Veřovice – Frenštát pod Radhoštěm.	38
Tabulka 16:	Spotřeba nafty Frenštát pod radhoštěm- Kunčice pod Ondřejníkem.....	38
Tabulka 17:	Spotřeba nafty Kunčice pod Ondřejníkem- Čeladná	39
Tabulka 18:	Spotřeba nafty Čeladná- Frýdlant nad Ostravicí.	39
Tabulka 19:	Spotřeba nafty Frýdlant nad Ostravicí- Čeladná.	40
Tabulka 20:	Spotřeba nafty Čeladná – Kunčice pod Ondřejníkem.	40
Tabulka 21:	Spotřeba nafty Kunčice pod Ondřejníkem – Frenštát pod Radhoštěm.....	41
Tabulka 22:	Spotřeba nafty Frenštát pod Radhoštěm – Veřovice.	41
Tabulka 23:	Spotřeba nafty Veřovice – Mořkov.	42
Tabulka 24:	Spotřeba nafty Mořkov- Hostašovice.	42
Tabulka 25:	Spotřeba nafty Hostašovice – Valašské Meziříčí.	43
Tabulka 27:	Spotřeba nafty v úseku Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí	45
Tabulka 28:	Spotřeba nafty v úseku Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí	46
Tabulka 29:	Porovnání teoretické úspory jízdní doby	47
Tabulka 30:	Porovnání spotřeby obou lokomotiv pro jeden pár vlaků.....	49
Tabulka 31:	Platby za naftu při ročním provozu.	51

tabulka 32: Náklady na údržbu	52
Tabulka 33: Náklady na údržbu.....	55

Obrázky

Obrázek 1: Princip lineární interpolace rychlosti při změně sklonu.....	14
Obrázek 2: Tabulkové zpracování tachogramu jízdy.	15
Obrázek 3: Provozní ošetření lok.řady 753 založené SAPu.	22
Obrázek 4: Malá prohlídka 753 založená v SAPu.	23
Obrázek 6: Ukázka výpočtu na kroku 2 a 4.	29

Grafy

Graf 1: Profil tratí VM-Frenštát pod Radhoštěm.	25
Graf 2: Profil trati Frenštát pod Radhoštěm – Frýdlant nad Ostravicí.....	25
Graf 3: Výpočet začátku brždění.	30
Graf 4: Graf závislosti výkonu motoru a spotřeby paliva.....	44
Graf 5: Porovnání úspory jízdních dob.....	47
Graf 6: Dráhový tachogram jízdy pro směr Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.....	48
Graf 7: dráhový tachogram jízdy pro směr Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.....	48
Graf 8: Porovnání celkové spotřeby nafty.	49
Graf 9: Porovnání spotřeby obou lokomotiv v úseku Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí	50
Graf 10: Porovnání spotřeby obou lokomotiv v úseku Frýdlant nad Ostravicí- Valašské Meziříčí	50
Graf 11: Pracnost provozního ošetření.	51
Graf 12: Pracnost při malé prohlídce	52
Graf 13: Porovnání úspory jízdních dob.....	53
Graf 14: Porovnání celkové spotřeby nafty.	54
Graf 15: Provozní ošetření	55
Graf 16: Malá prohlídka.....	55

Přílohy

Příloha 1: Trakční charakteristika řady 753	60
Příloha 2: Trakční charakteristika řady 755.....	61
Příloha 3: Graf spotřeby paliva řady 755	62
Příloha 4: Tabulkové zpracování tachogramu jízdy řady 753	63

Seznam zkratek

<i>Zkratka</i>		<i>Název</i>
F_o	[N]	tažná síla na obvodu kol
G_L	[N]	tíha hnacího vozidla
G_D	[N]	tíha tažených vozidel
o_L	[1]	součinitel vozidlového odporu hnacích vozidel
o_D	[1]	součinitel vozidlového odporu tažených vozidel
o_T	[1]	součinitel odporu trati
v	[m.s ⁻¹]	rychlost
t	[s]	čas
s_r	[‰]	redukovaný sklon tratě
l	[m]	délka sklonového úseku
s_o	[‰]	setrvačný sklon
s	[‰]	sklon sklonového úseku
k		k-tý oblouk ležící na počítaném úseku
$l_{obl\ k}$	[m]	délka oblouku příslušící počítanému úseku
n		n-tý tunel ležící na počítaném úseku
$l_{tun\ n}$	[m]	délka tunelu příslušící počítanému úseku
i		počítaný úsek
V_{i-1}	[km·h ⁻¹]	počáteční rychlost na daném úseku
ΔV_i	[km·h ⁻¹]	přírůstek rychlosti na daném úseku
V_i	[km·h ⁻¹]	konečná rychlost na daném úseku
V_s	[km·h ⁻¹]	střední rychlost na daném úseku
p_s	[‰]	přebytek tažné síly na daném úseku
ΔT_i	[min]	přírůstek času na daném úseku
ΔL_i	[km]	přírůstek dráhy na daném úseku
L_i	[km]	délka daného úseku na daném úseku
SAP		integrovaný podnikový informační systém ČD

Úvod

Charakteristika a cíl práce

Cílem mé práce je porovnat provozně-technické parametry dvou různých typů lokomotiv, které vycházejí ze společného původního typu a vznikly rekonstrukcí a modernizací. Zaměřuji se hlavně na schopnost lokomotiv dodržovat stanovenou jízdní dobu, na spotřebu paliva a na požadavky při údržbě. Spotřebu paliva počítám při jízdě vlaků na vybraném traťovém úseku. Pro stanovení spotřeby paliva při jízdě používám teoretické metody, které jsou dále popsány v práci. Použití praktických metod je závislé na technických možnostech a realizovatelnosti měření, proto tuto metodu nebudu používat.

Celé porovnání jsem prováděl pro osobní vlaky vedené lokomotivou řady 753 s motorem ČKD K 12 V 230 DR a lokomotivou řady 755 s motorem Caterpillar 3512B. Na traťovém úseku Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí a zpět.

Teoretické výsledky jsou v posledních dvou kapitolách vzájemně porovnány a je proveden komentář k dosaženým výsledkům.

1 Analýza teoretických metod stanovení parametrů jízdy

1.1 Spotřeba paliva

Určení spotřeby paliva při jízdě vlaku je důležitým podkladem pro různá ekonomická vyhodnocování hospodárné jízdy vlaků na jednotlivých traťových úsecích, pro stanovení nákladů na provoz kolejového vozidla a nákladů na přepravu zboží po železnici.

Spotřebu paliva ovlivňují i následující vlivy

- ztráty v přenosu výkonu.
- nedostatečným používáním výběhu.
- nevhodnou technikou jízdy vlivem nepravidelnosti v dopravě.
- zastavování a zpomalování vlaků z provozních důvodů.
- účinkem přechodných pomalých jízd na traťovém úseku.
- při řízení vozidla lidským faktorem.

Předpokladem pro výpočet spotřeby paliva je tachogram jízdy daného vlaku na daném traťovém úseku a spotřební charakteristika hnacího vozidla.

Vlastní výpočty spotřeby paliva lze provádět pomocí dvou metod:

- grafickou metodou.
- početní metodou.

1.2 Početní metoda stanovení spotřeby

Při zkoumání pohybu železničních vozidel nás zajímají tři základní charakteristické parametry pohybu.

Jsou to tyto charakteristiky:

- průběh rychlosti vozidel-dráhový tachogram.
- teoretická jízdní doba.
- spotřeba energie při jízdě.

1.3.1 Tachogram

Tachogram představuje znázornění závislosti rychlosti vozidel na nezávislém parametru. Tímto nezávislým parametrem může být ujetá dráha nebo čas. Tachogramy realizujeme buď numerickým výpočtem nebo graficky.

1.2.2 Výpočetní metoda

Hodnoty tachogramu jsou určovány ze zjednodušené základní rovnice pohybu vlaku, která je odvozena ze základní rovnice pohybu vlaku:

$$F_o - G_L \cdot o_L - G_D \cdot o_D - (G_L + G_D) \cdot o_T = (G_L + G_D) \cdot \left(\frac{1 + \rho}{g} \right) \cdot \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

F_o	[N]	tažná síla na obvodu kol
G_L	[kN]	tíha hnacího vozidla
G_D	[kN]	tíha tažených vozidel
o_L	[1]	součinitel vozidlového odporu hnacích vozidel
o_D	[1]	součinitel vozidlového odporu tažených vozidel
o_T	[1]	součinitel odporu trati
v	[m·s ⁻¹]	rychlost
t	[s]	čas

1.2.3 Setrvačný sklon

Setrvačný sklon s_0 je číselně roven sklonu tratě, na kterém by konkrétní vlak jel konstantní rychlostí.

Při stanovení setrvačného sklonu se vyjde ze základní rovnice pohybu vlaku a předpokládá se, že za konstantní rychlosti je odpor zrychlení rovný nule. [1]

$$F_o - G_L \cdot o_L - G_D \cdot o_D - (G_L + G_D) \cdot o_T = 0 \quad (2)$$

Z definice setrvačného sklonu vyplývá :

$$s_0 = s = o_T \cdot 10^3 \quad (3)$$

po dosazení do rovnice (2) vyjádříme přímo setrvačný sklon:

$$s_0 = \frac{F_0 - G_L \cdot o_L - G_D \cdot o_D}{G_L + G_D} \cdot 10^3 \quad [\text{‰}] \quad (4)$$

Součinitel vozidlového odporu hnacího vozidla

$$o_V = a + b \cdot V_s + c \cdot V_s^2 \quad (5)$$

Hodnoty koeficientů jsou stanoveny za základě jízdních zkoušek.

Další veličinou, kterou potřebuji znát pro sestavení tachografu jízdy, je přebytek měrné tažné síly.

1.2.4 Přebytek měrné tažné síly

Přebytek měrné tažné síly můžeme vyjádřit jako rozdíl setrvačného a redukováného sklonu. Pokud je setrvačný sklon větší – vlak zrychluje, nebo je redukováný sklon větší a vlak zpomaluje.

- $p < 0$ $s_o - s < 0$, $a < 0$, vozidlo zpomaluje
- $p = 0$ $s_o - s = 0$, $a = 0$, vozidlo jede konstantní rychlostí
- $p > 0$ $s_o - s > 0$, $a > 0$, vozidlo zrychluje

$$p = s_o - s \quad [\text{‰}] \quad (6)$$

Rozdíl $s_o - s$ nazýváme přebytek měrné tažné síly a označujeme p .

p $[\text{‰}]$ přebytek měrné tažné síly pro střední hodnotu rychlosti z intervalu ΔV .

1.2.5 Redukovaný sklon tratě

Na vytvoření tachogramu jízdy potřebuje znát také profil tratě. Pro usnadnění výpočtu se profil tratě upravuje redukcí.

Redukování je započítání přídavného sklonu z oblouku a tunelu ke sklonu tratě. Pro redukcí platí vztah:

$$s_r = \frac{s \cdot l + \sum_k s_{obl_k} \cdot l_{obl_k} + \sum_n s_{tun_n} \cdot l_{tun_n}}{l} \quad [\text{‰}] \quad (7)$$

kde:

s_r	[‰]	redukovaný sklon tratě
l	[m]	délka sklonového úseku
s	[‰]	sklon sklonového úseku
k		k-tý oblouk ležící na počítaném úseku
$l_{obl\ k}$	[m]	délka oblouku příslušící počítanému úseku
n		n-tý tunel ležící na počítaném úseku
$l_{tun\ n}$	[m]	délka tunelu příslušící počítanému úseku

Graf profilu trati

Redukovaný profil trati lze využít pro vytvoření grafu trati. Na osy grafu se vynášejí hodnoty průjezdné výšky h [‰] a ujeté vzdálenosti l [km].

$$h = s_r \cdot l_i \quad [\text{‰}] \quad (8)$$

1.2.6 Přírůstek dráhy a času

Pro přírůstek dráhy v rychlostním intervalu platí:

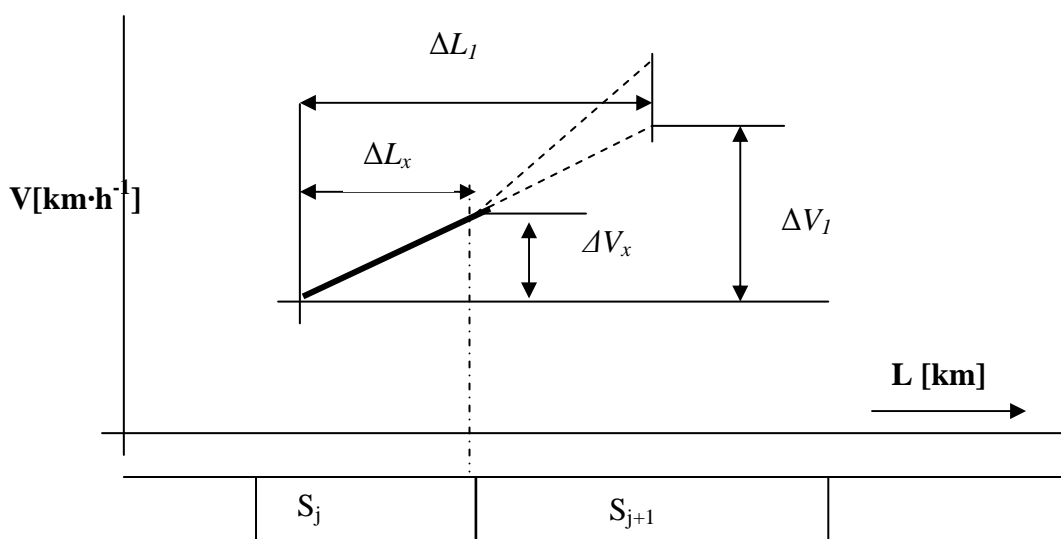
$$\Delta L = V_s \cdot \Delta T \cdot \frac{1}{60} \quad [km] \quad (9)$$

V_s	[km·h ⁻¹]	střední rychlost na daném úseku
ΔT_i	[min]	přírůstek času na daném úseku

$$\Delta T_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{p} \quad (10)$$

1.2.7 Lineární interpolace hodnoty rychlosti

Při řešení konkrétního tachogramu v i-tém kroku může nastat případ, že v rámci tohoto výpočtového kroku se změní hodnota sklonu tratě. V tomto případě je nutné provést lineární interpolaci hodnoty rychlosti na konec sklonového úseku. [1]



Obrázek 1: Princip lineární interpolace rychlosti při změně sklonu

$$\Delta V_x = \Delta V \cdot \frac{\Delta L_x}{\Delta L} \quad \left[\text{Km} \cdot \text{h}^{-1} \right] \quad (11)$$

$$\Delta T_x = \Delta T \cdot \frac{\Delta L_x}{\Delta L} \quad [\text{min}] \quad (12)$$

$\Delta L, \Delta V, \Delta T$hodnoty původního kroku

$\Delta L_x, \Delta V_x, \Delta T_x$hodnoty kroku vztažené k úseku s konstantním sklonem

1.2.8 Zastavení vlaku na stanoveném místě

Při výpočtu tachogramu jízdy bude vlak zastavovat na určeném místě ve stanici. Je potřeba vypočítat začátek brždění.

Výpočet brzdné vzdálenosti – začátku brždění

$$L_b = L_k + \frac{1}{2} \cdot a_b \cdot t_b^2 \cdot 10^{-3} [\text{km}] \quad (13)$$

L_k [Km] místo zastavení vlaku

t_b [s] doba brždění [s]

Výpočet rychlosti při brždění

$$v(t) = |a_b| \cdot t_b \cdot 3.6 \quad [\text{km}] \quad (14)$$

1.2.9 Tabulkové zpracování

Hodnoty jako je redukovaný sklon, přebytek měrné tažné síly, setrvačný sklon, tažná síla na obvodu kol, přírůstek rychlosti se dosadí do tabulky pro vytvoření tabulkového tachogramu jízdy.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
i	V_{i-1}	ΔV_i	V_i	V_s	F_o	s_o	s_r	p_s	ΔT_i	ΔL_i	L_i	RS
	[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[N]	[‰]	[‰]	[‰]	[min]	[km]	[km]	
1	0,0	40,0	40,0	20,0	189000	84,75	-0,71	85,5	0,234	0,078	31,400	189
2	40,0	30,0	70,0	55,0	71000	28,24	-0,74	30,0	0,504	0,459	31,859	
2	40,0	13,2	53,2						0,220	0,202	31,602	74
3	53,2	46,0	99,2	64,2	66000	26,43	0,38	26,7	0,344	0,317	31,919	
3	53,2	5,7	58,9						0,111	0,113	31,715	65
4	58,9	11,0	69,9	64,4	62000	24,55	2,12	22,4	0,245	0,263	31,978	62
5	69,9	-1,0	68,9	69,4	10000	0,33	2,12	-1,8	0,280	0,323	32,302	40
6	68,9	-1,0	67,9	69,4	40000	0,40	2,12	-1,7	0,284	0,332	32,633	
6	68,9	-0,8	68,1						0,231	0,263	32,565	40
7	68,1	1,9	70,0	69,1	40000	14,13	0,09	14,0	0,068	0,078	32,643	40
8	70,0	-1,0	69,0	69,5	0	-4,27	0,09	-4,4	0,115	0,133	32,776	0
9	69,0	1,0	70,0	69,5	40000	14,10	0,09	14,0	0,036	0,041	32,817	40
10	70,0	-1,0	69,0	69,5	5000	-1,97	0,09	-2,1	0,243	0,281	33,098	6

Obrázek 2: Tabulkové zpracování tachogramu jízdy.

Kde odpovídá:

i		počítaný úsek
V_{i-1}	[km·h ⁻¹]	počáteční rychlost na daném úseku
ΔV_i	[km·h ⁻¹]	přírůstek rychlosti na daném úseku
V_i	[km·h ⁻¹]	konečná rychlost na daném úseku
V_s	[km·h ⁻¹]	střední rychlost na daném úseku
F_o	[N]	tažná síla na obvodu kol na daném úseku
s_o	[‰]	setrvačný sklon na daném úseku
s_r	[‰]	redukovaný sklon na daném úseku
p_s	[‰]	přebytek tažné síly na daném úseku
ΔT_i	[min]	přírůstek času na daném úseku
ΔL_i	[km]	přírůstek dráhy na daném úseku
L_i	[km]	délka daného úseku na daném úseku

2 Charakteristika sledovaných lokomotiv

Vybrané typy lokomotiv pro porovnání spotřeby paliva při jízdě na daném úseku vycházejí ze společného původního typu lokomotivy. Z původní lokomotivy řady 753 s motorem ČKD 12 V 230 DR vznikla rekonstrukcí nová řada lokomotiv 755 s motorem Caterpillar 3512B.

2.1 Lokomotiva 753

Lokomotivy řady 753 byly navrženy pro dopravu těžších osobních vlaků a rychlíků na neelektrifikovaných tratích.

Technická charakteristika motorové lok.753

Základní údaje a parametry [2]

Přenos výkonu	elektrický
Uspořádání dvojkolí	Bo´Bo´
Délka přes nárazníky	16540 mm
Hmotnost	73 000kg
Maximální rychlost	100 km/h

Naftový motor

Naftový motor	K 12 V 230 DR
Provozní výkon	1325 kW při 1100ot/min
Jmenovité otáčky	1100 ot/min
Volnoběžné otáčky	480 ot/min
Počet válců	12
Průměr válců	230mm
Měrná spotřeba paliva při jmenovitých otáčkách	228 g/kWh

Brzda

Typ	špalíková
Druh působení tlak.brzdy	průběžná-vlaková samočinná

	přímočinná –lokomotivní
Systém brzdy	tlaková brzda DAKO-L
Typy brzdíče-samočinná	DAKO-BS 2
Přímočinná	DAKO –BP

2.1.1 Pojezd a podvozek

Lokomotiva je skříňová čtyřnápravová s elektrickým stejnosměrným přenosem výkonu. Pojezd je tvořen dvounápravovými svařovanými podvozky, které jsou uloženy na rám pomocí osmi závěsek. Přenos podélných sil na rám je zajištěn tažnými čepy. Dvojkolí jsou v podvozcích uložena na kyvných ramenech, vypružení je provedeno vinutými ocelovými pružinami a paralelně řazenými hydraulickými tlumiči. Kola dvojkolí jsou klasická obručová. Stejnosměrné tlapové čtyřpólové trakční motory TE 005 s nucenou ventilací pohánějí každé dvojkolí podvozku přes jednostranné čelní ozubení o převodu 77:16. Hlavní rám je svařovaný a vyztužený. Palivová nádrž má objem 3 000 l. Ve schránkách vytvořených v nádrži jsou uloženy akumulátorové baterie. Po stranách nádrží jsou příčně uložené brzdové vzduchojemy. Na čelech hlavního rámu se nachází nárazecí a spojovací ústrojí.

2.1.2 Skříň a pohon

Skříň lokomotivy tvoří dvě shodná čela se stanovišti strojvedoucího, mezi kterými se nachází strojovna. Čela jsou pro úsporu hmotnosti řešena jako laminátová. Stanoviště strojvedoucího jsou osazena brzdíči přímočinné brzdy DAKO BP a brzdíče samočinné brzdy DAKO BS 2. Pneumatické špalkové brzdy působí oboustranně na všechna kola podvozku. Ruční vřetenová zajišťovací brzda působí na jedno přilehlé kolo podvozku a je umístěna na obou stanovištích. Mezi stanovišti se nachází strojovna. Na jejím kraji je umístěn hlavní rozvaděč. Uprostřed strojovny je na čtyřech pružně podložených patkách umístěn naftový motor K12 V230 DR, nastavený na výkon 1 325 kW. Vstřikování paliva do válců je přímé, každý válec má dva sací a dva výfukové ventily. Spalovací motor je přeplňován pomocí dvou turbodmychadel poháněných výfukovými plyny s mezichladičem stlačeného vzduchu, který je umístěn u střechy. Zde je rovněž umístěn i absorpční tlumič výfuku. Spalovací motor tvoří jeden konstrukční celek s trakčním generátorem TD 802E, který vyrábí stejnosměrný proud pro trakční motory. Celkový přenesený výkon činí 1 200 kW. Zdrojem tlakového vzduchu pro brzdy systému DAKO je

kompresor K 3 Lok 1 s přímým mechanickým pohonem, regulovaným odlehčováním ventilů. Trakční motory předního podvozku jsou chlazeny ventilátorem, poháněným řemeny od trakčního generátoru, chlazení motorů zadního podvozku je napojeno na řemenici spalovacího motoru. Systém chlazení spalovacího motoru je dvouokruhový, každý okruh je ofukován dvojicí axiálních ventilátorů o průměru 630 mm s hydrostatickým pohonem.

2.2 Lokomotiva 755

Lokomotiva řady 755 je čtyřnápravová motorová lokomotiva určena pro středně těžkou a těžkou traťovou službu na tratích celostátních, regionálních a vlečkách o rozchodu 1 435 mm. Lokomotiva vznikla modernizací řady 753 nebo 750 ve firmě ČMKS holding, a.s. Hlavním rozdílem je náhrada motoru K 12 V 230 DR novým moderním spalovacím motorem Caterpillar a s ním spojené úpravy, dále pak nový trakční alternátor a instalace elektrodynamické brzdy.

2.2.1 Technická charakteristika lok.755

Pro přehlednost uvádím jen údaje, které se liší od původní řady 753 a jsou důležité pro představení rozdílů obou typů lokomotiv a souvisejí s cílem mé práce.

Spalovací motor [3]

Typ	3512B
Výrobce	Caterpillar
Jmenovitý výkon nastavený na drážním vozidle	1 455 kW
Jmenovité otáčky	1 800 l/min
Volnoběžné otáčky	600 l/min
Počet a uspořádání válců	12 do V
Vrtání válce	170 mm
Maximální měrná spotřeba při plném výkonu	202,7 g/kWh
Spotřeba paliva při volnoběžných otáčkách	5,4 l/h

Brzda

Druh a typ	vzduchotlaková DAKO-GP
------------	------------------------

Samočinná brzda

Lokomotivní rozváděč	DAKO-CVInD 10-L
Tlakové relé	DAK0-TR1

Brzdíč	DAKO-BSE panelový
Ovladač brzdy	2 KRD 37 (Lekov)
Počet bržděných dvojkolí	4
Tlak v brzdových válcích	0,38 ±0,01 MPa
Lokomotivní odbrzdovač	DAKO-OL2
Přímočinná brzda	
Ovladač brzdy	2 KRD 34 (Lekov)
Tlakové relé	DAKO-TR1
Počet bržděných dvojkolí	4
Tlak v brzdových válcích	0,4 ±0,01 MPa
Parkovací brzda — tlak v brzdových válcích	
stupeň (do 50 % zadání EDB)	cca 0,1 - 0,15 MPa
stupeň (nad 50 % zadání EDB)	cca 0,25 - 0,3 MPa
Ruční (zaišťovací) brzda	
Druh	vřetenová
Počet bržděných dvojkolí	2x 1
Brzda zajistí lokomotivu bezpečně na spádu do	40 ‰

2.2.2 Skříň a pohon

Skříň lokomotivy zůstala v podstatě stejná, pouze s malými úpravami souvisejícími se zástavbou nového motoru, zejména v oblasti střechy. Skříň lokomotivy tvoří dvě čela se stanovišti strojvedoucího, mezi nimi se nachází strojovna. Stanoviště strojvedoucího jsou osazeny novými pulty řízení s integračním ovládáním jízdy a elektrickými brzdíči tlakové brzdy systému DAKO DK-GP. Na stanovišti jsou také osazeny ovladače elektrodynamické brzdy, jejíž blok je umístěn hned z kraje strojovny. Celkový výkon EDB pak činí 1 720 kW. Uprostřed strojovny je umístěn přeplňovaný dvanáctiválcový naftový motor Caterpillar 3512 B DITA s přímým vstřikem paliva o výkonu 1 455 kW, který pohání trakční alternátor Siemens 1FC2 569-6, přenos výkonu je střídavě stejnosměrný a napájí paralelně zapojené tlapové trakční motory TE 005 v podvozcích, po jednom na dvojkolí. Trakční motory jsou chlazeny elektricky poháněnými ventilátory. Chlazení spalovacího motoru bylo také upraveno. Dva ventilátory jsou poháněny hydrostaty.

3 Porovnání údržby hnacích vozidel

Jedním z hlavních parametrů pro porovnání údržby jednotlivých typů lokomotiv je finanční nákladnost a časový požadavek na potřebný údržbářský zásah.

3.1.1 Údržba HV

Údržba hnacích vozidel se dělí na plánovanou a neplánovanou. Plánovaná údržba se dále dělí na:

- **periodické prohlídky**
 - provozní ošetření (O)
 - malé prohlídky (M)
 - velké prohlídky (V)
- **periodické opravy**
 - vyvazovací (VY)
 - hlavní (H)
 - generální (G)
- **neplánované opravy (N)**
 - rekonstrukce

Údržbové zásahy se provádějí na základě ujetých kilometrů, časové lhůty u vozidel s malým denním kilometrickým proběhem nebo technického stavu vozidel.

Horní hranice kilometrického proběhu je závazná pro provádění provozních ošetření a malých periodických prohlídek. Přistavování do prohlídek je řízeno předpisem ČD V25. Pro provádění velkých periodických prohlídek a periodických oprav je rozhodující technický stav HV.

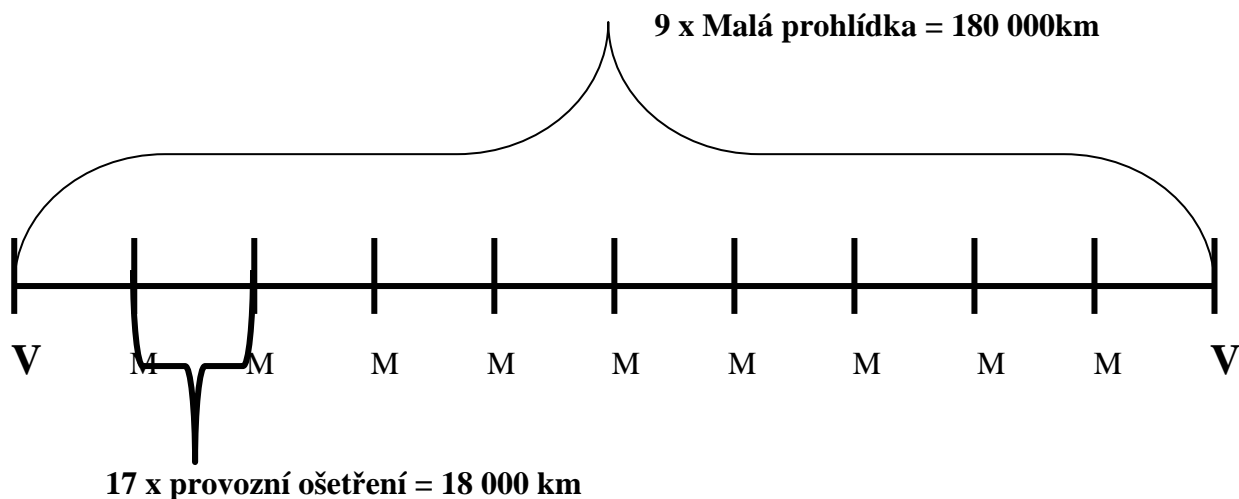
Kilometrický proběh pro přistavení do prohlídky

Tabulka 1: Horní hranice kilometrického proběhu pro přistavení do prohlídky (V25).

Řada HV	Ujeté kilometry pro přistavení na údržbu [km]				
	O	M	V	VY	H
750-755	1 000	18 000	180 000	360 000	720 000

3.2 Sledovaný úsek údržby

Údržbu porovnávám v období od velké prohlídky (V) do velké prohlídky. (V). V období je zahrnuto devět malých prohlídek. Každá malá prohlídka má osmnáct provozních ošetření.



3.2.1 Časová náročnost jednotlivých prohlídek

Provozní ošetření 753+755

Tabulka 2: Pracnost provozního ošetření (O). [SAP]

Rozsah kontroly	Práce [h]	Práce [h]
	<u>753</u>	<u>755</u>
Pojezd, skříň, převodovky, brzda	10	10
Elektrické zařízení	2,1	2,1
Sdělovací a zabezpečovací zařízení	0	0
Funkční zkouška	0,4	0,4
Celkem pracnost	12,5	12,5

Malá prohlídka 753+755

Tabulka 3: Pracnost malé prohlídky (M). [SAP]

Rozsah kontroly	Práce [h]	Práce [h]
	<u>753</u>	<u>755</u>
Pojezd	12,1	7,2
Táhlové a narážecí ústrojí	0,6	0,3
Elektrické zařízení	40,1	25,6
Spalovací motor	41,3	20,7
Pomocné pohony	7,4	6
Skříň vozidla	12,3	12,3
Brzdová výstroj	16,6	15,5
Sdělovací a zabezpečovací zařízení	0	0
Funkční zkouška	3,9	5,3
Celkem pracnost	134,3	92,9
<u>Rozdíl [h]</u>		<u>41,4</u>

3.2.2 Náklady na prohlídky

Veškeré informace a data týkající se údržby vozidla se v současné době zpracovávají systémem SAP.

Zobrazení Provozní ošetření 900200343960: Přehled operací											
<div> </div> <div> Pořízená zp.hlášení Formulář ID2 Výkaz pro fakturaci </div> <div> Zakázka: PPOS 900200343960 Provozní ošetření HV </div> <div> Syst.stat.: TEUZ ZPĚT BezM PZÚP PŘKL </div>											
Data hlav.	Operace	Komponenty	Náklady	Objekty	Doplňk.data	Stanoviště	Plánování	Řízení			
Oper	Pracov.	Záv...	Říd...	KlStdTx	Krátký text operace	DT	Práce	JD	DrVýk	Příjem	
0010	173P202	1000	INT		POJEZD, SKŘÍŇ, PŘEVODOVKY, BRZDA			10H	111H0D		
0020	173P202	1000	INT		ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ			2,1H	111H0D		
0030	173P202	1000	INT		SDĚLOVACÍ A ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ			0H	111H0D		
0040	173P202	1000	INT		FUNKČNÍ ZKOUŠKA			0,4H	111H0D		

Obrázek 3: Provozní ošetření lok.řady 753 založené SAPu.

Tabulka 4: Náklady na údržbu.

	<u>753</u>	<u>755</u>
Provozní ošetření pracnost [h]	12,5	12,5
Provozní ošetření celkem (180x)[h]	2250	2250
Malá prohlídka pracnost [h]	134,3	92,9
Malá prohlídka celkem (9x) [h]	1208,7	836,1
Celkem pracnost [h]	3458,7	3086,1
Náklady celkem (300kč/h) [Kč]	1 037 610 Kč	925 830 Kč

Celkové náklady při údržbě ve zvoleném období u lokomotivy řady 753 jsou **1 037 610 Kč**.

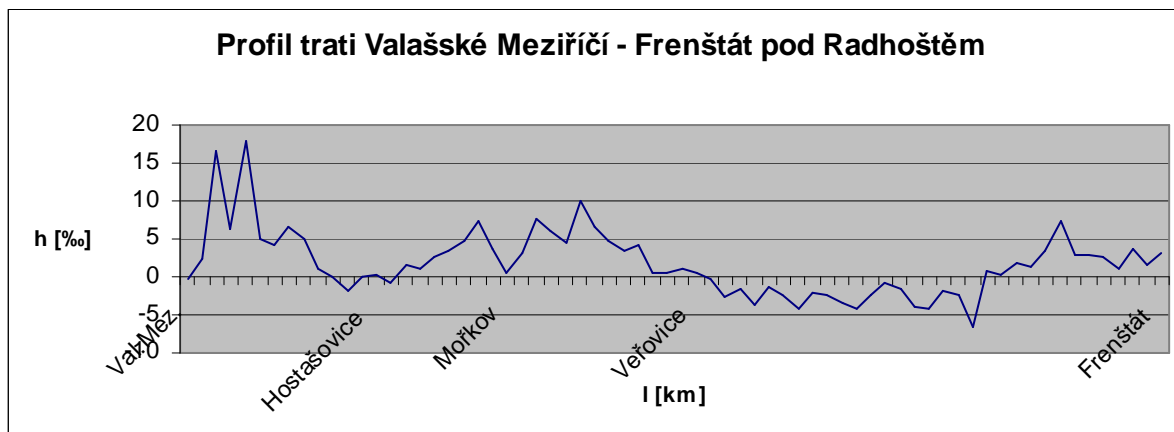
Náklady při té samé údržbě vychází u lokomotivy řady 755 jen **925 830 Kč**.

Při údržbě lokomotivy řady 755 je úspora 111 780 Kč na mzdách pro pracovníky.

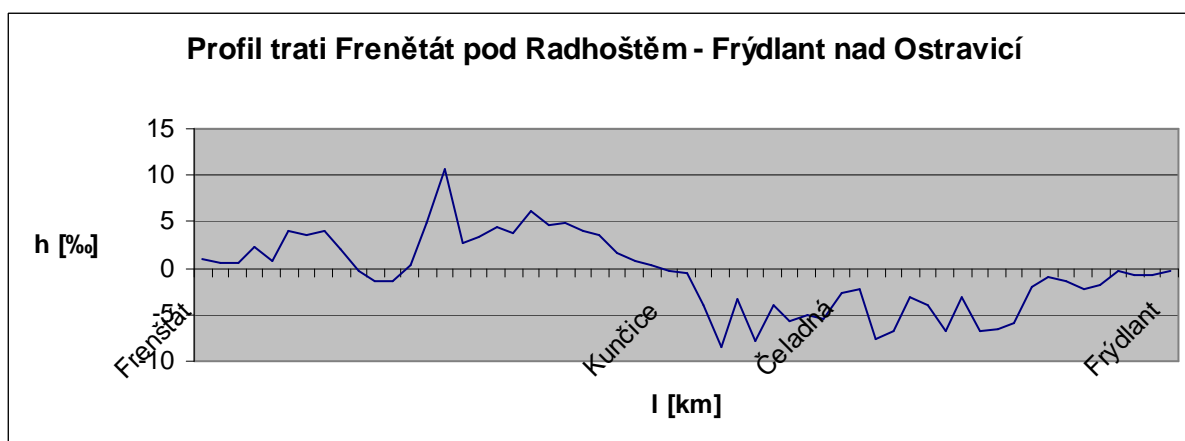
4 Vytvoření tachogramu jízdy a výpočet spotřeby paliva

Tachogram jízdy a výpočet spotřeby paliva jsem prováděl pro traťový úsek číslo 302 Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí.

Zvolený traťový úsek charakterizují následující grafy profilů tratí.



Graf 1: Profil tratí VM-Frenštát pod Radhoštěm.



Graf 2: Profil tratí Frenštát pod Radhoštěm – Frýdlant nad Ostravicí.

4.1.1 Tachogram jízdy

Tachogram jízdy jsem vytvořil vždy pro vlak tažený lokomotivou řady 753 a 755. Celá souprava se skládá ze čtyř osobních vozů řady Bte.

Základní parametry vlaku:

Hmotnost lokomotivy:

753 73 t

755 72 t

Hmotnost vozu Bte 34 t

4 x Bte	136 t
Celková hmotnost tažených vozidel+ osob	150 t
Hodnoty pro vozidlové odpory [2]	
Koeficienty součinitele vozidlového odporu x 10 ⁻³	
Hnací vozidla	
a	2,8
b	0
c	0,00085
Tažená vozidla	
a	1,35
b	0,0008
c	0,00033
Maximální dovolená rychlost na traťovém úseku	70 km/h
Brzdné zpomalení (a _b)	-0,5 ms ⁻²

První výpočet pro směr Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí je vytvořen pro osobní vlak číslo 3101 (viz Sešitový jízdní řád ČD pro trať 302).

Odjezd z Valašského Meziříčí 7:15 a příjezd do Frýdlantu nad Ostravicí 8:13.

Pro směr Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí volím osobní vlak číslo 3102.

Odjezd z Frýdlantu nad Ostravicí 11:46 a příjezd do Valašského Meziříčí 12:45.

Výpočet tachogramu jízdy volím formu tabulkového zpracování hodnot. Používám program Microsoft Excel a výše uvedené vzorce.

Z traťového profilu jsem vypočítal **redukovaný sklon trati** pro celý sledovaný úsek.

Dle vztahu (7)

Další počítanou hodnotou je **setrvačný sklon**. Do setrvačného sklonu se projeví hmotnost hnacích vozidel i hmotnost zvolených tažených vozů.

Dle vztahu (4)

Vozidlové odpory (5)

Přebytek měrné tažné síly

Dle vztahu (6)

Přírůstek rychlosti na daném úseku ΔV_i volím za začátku velký, po přiblížení k požadované rychlosti malý přírůstek, tak aby nebyla překročena dovolená maximální rychlost na úseku.

Pro přírůstek dráhy v rychlostním intervalu platí:

Dle vztahu (9)

Při řešení konkrétního tachogramu v i -tém kroku může nastat případ, že v rámci tohoto výpočtového kroku se změní hodnota sklonu tratě. V tomto případě je nutné provést lineární interpolaci hodnoty rychlosti na konec sklonového úseku. [1]

Viz obrázek č.1

Při výpočtu lineární interpolace použiji vztahy (11) a (12)

Potřebnou sílu na obvodu kol (F_o) odečítám v závislosti na rychlosti z trakční charakteristiky hnacího vozidla pro zvolený regulační stupeň u lokomotivy 753, nebo zvolený výkon u lokomotivy 755.

Příklad výpočtového kroku (č.2):

1. Volím přírůstek rychlosti $\Delta V = 20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

2. Z rychlosti na začátku výpočtového kroku V_{i-1} a rychlosti na konci výpočtového kroku V_i

vypočítám střední rychlost V_{si} :
$$V_{si} = \frac{V_{i-1} + V_i}{2} = \frac{30 + 50}{2} = \underline{\underline{40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

3. Z traťového profilu se vypočítá **redukovaný sklon trati** pro celý sledovaný úsek.

Vstupní hodnoty pro výpočtový krok č.2

$$s_2 = -1,45 \text{ ‰}$$

$$l_2 = 456 \text{ m}$$

$$l_{obl} = 188 \text{ m}$$

$$s_{obl} = 1,86 \text{ ‰}$$

Dle vztahu (7)

$$s_r = \frac{-1,45 \cdot 456 + 1,86 \cdot 188}{456} = \underline{\underline{-0,68 \text{ ‰}}}$$

4. Střední rychlosti V_{si} odečítám dle trakční charakteristiky daného vozidla tahovou sílu na obvodu kol F_o pro zvolený osmý regulační stupeň 95 000 N.

5. Vypočítám vozidlový odpor pro zvolené hnací vozidlo o_L a vozidlový odpor soupravy o_D a to v kroku pro rychlost $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

$$o_L = a + b \cdot V_s + c \cdot V_s^2$$

$$a = 0,0028$$

$$b = 0$$

$$c = 0,00000085$$

$$o_L = 0,0028 + 0,00000085 \cdot 40^2$$

$$\underline{\underline{o_L = 0,00416}}$$

$$o_D = a + b \cdot V_s + c \cdot V_s^2$$

$$a = 0,00135$$

$$b = 0,0000008$$

$$c = 0,00000033$$

$$o_D = 0,00135 + 0,0000008 \cdot 40 + 0,00000033 \cdot 40^2$$

$$\underline{\underline{o_D = 0,00191}}$$

6. Z těchto hodnot vypočítám dle vztahu (4) setrvačný sklon s_o :

$$G_L = 716130N$$

$$G_D = 1471500N$$

$$s_o = \frac{(95000 - 716130 \cdot 0,00416 - 1471500 \cdot 0,00191) \cdot 1000}{716130 + 1471500} = \underline{\underline{40,78\text{‰}}}$$

Setrvačný sklon je takový sklon, na kterém by jelo vozidlo konstantní rychlostí.

7. Přebytek měrné tažné síly p dle vztahu (6)

$$p = s_o - s = 40,78 - (-0,68) = \underline{\underline{41,46 \text{‰}}}$$

pokud $p > 0$ - vozidlo zrychluje

$p = 0$ - vozidlo jede konstantní rychlostí

$p < 0$ - vozidlo zpomaluje

8. Čas ΔT , za který se uskuteční daná změna rychlosti:

$$\Delta T_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V}{p} = \frac{1}{2} \cdot \frac{20}{41,46} = \underline{\underline{0,241 \text{ min}}}$$

9. Dráhu ΔL , na které dojde ke zrychlení o rychlostní stupeň:

$$\Delta L_i = \frac{1}{60} \cdot \Delta T \cdot V_s = \frac{1}{60} \cdot 0,241 \cdot 40 = \underline{\underline{0,161 \text{ km}}}$$

10. L_i je celková vzdálenost, která vznikne sečtením dílčích vzdáleností:

$$L_i = \Delta L_i + L_{i-1} = 0,161 + 0,057 = \underline{\underline{0,218 \text{ km}}}$$

Výpočet lineární interpolace rychlostního kroku

Ukázka výpočtu na kroku č.4. dle vztahu (11) a (12)

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
V_{i-1}	ΔV_i	V_i	V_s	F_o	s_o	s_r	ρ_s	ΔT_i	ΔL_i	L_i	RS
[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[km·h ⁻¹]	[N]	[‰]	[‰]	[‰]	[min]	[km]	[km]	
0,0	30,0	30,0	15,0	147000	65,25	-0,68	65,9	0,228	0,057	0,057	as
30,0	20,0	50,0	40,0	95000	40,78	-0,68	41,5	0,241	0,161	0,218	8
50,0	10,0	60,0	55,0	70000	28,63	-0,68	29,3	0,171	0,156	0,374	8
60,0	40,0	70,0	65,0	60000	23,45	-0,68	24,1	0,207	0,224	0,598	8
60,0	3,7	63,7						0,076	0,082	0,456	

Obrázek 5: Ukázka výpočtu na kroku 2 a 4.

Hodnoty pro výpočet:

$$\Delta V = 10 \text{ km}$$

$$\Delta T = 0,207 \text{ min}$$

$$\Delta L = 0,224 \text{ km}$$

$$\Delta L_4 = 0,082 \text{ km}$$

$$\Delta V_4 = 10 \cdot \frac{0,082}{0,224} = \underline{\underline{3,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

$$\Delta T_4 = 0,207 \cdot \frac{0,082}{0,224} = \underline{\underline{0,076 \text{ min}}}$$

4.1.2 Zastavení vlaku ve stanoveném místě

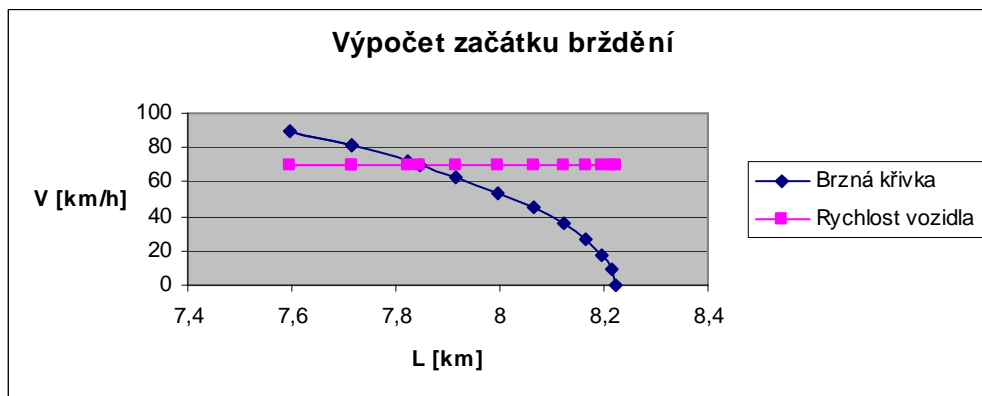
Výpočet brzdné vzdálenosti – začátku brždění (13)

Výpočet rychlosti při brždění (14)

Dobu brždění volím odstupňovanou po 5 s. Výpočet provádím tak dlouho, dokud se neprotne křivka brždění a křivka rychlosti jízdy. Od místa protnutí začíná vlak brzdit a zastaví na stanoveném místě.

Ukázka výpočtu na úseku Valašské Meziříčí- Hostašovice

Začátek brždění



Graf 3: Výpočet začátku brždění.

Z grafu je zřejmé, že začátek brždění bude ve vzdálenosti 7,84 km z rychlosti $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a vlak zastaví v 8,22 km. Přesnější údaje dává výpočet podle vzorců a uspořádaný do tabulky.

Tabulka 5: Tabulkový výpočet začátku brždění.

t_b [s]	$L_b(t)$ [km]	$V(t)$ [km.h ⁻¹]
0	8,223	0
5	8,216	9
10	8,198	18
15	8,166	27
20	8,123	36
25	8,066	45
30	7,998	54
35	7,916	63
38,9	7,844	70
40	7,823	72
45	7,716	81
50	7,598	90
45	7,716	81

Začátek brždění v 7,844 km z rychlosti $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Vlak zastaví za 38,9s v 8,223 km.

Ukázka výpočtu v době brždění $t_b = 20\text{s}$.

Dle vzorce (13) a (14)

$$a_b = -0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$L_k = 8,223 \text{ km}$$

$$L_b = 8,223 + \frac{1}{2} \cdot (-0,5) \cdot 20^2 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{8,123 \text{ km}}}$$

$$V = |-0,5| \cdot 20 \cdot 3,6 = \underline{\underline{36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Stejný postup výpočtu provádím pro všechny části na celém sledovaném traťovém úseku Valašské Meziříčí- Frýdlant nad Ostravicí .

Dále pro přehlednost uvádím pouze výsledky výpočtu. Zjištěné hodnoty budou následně porovnány a vyhodnoceny.

4.2 Výpočet tachogramu pro lokomotivu 753

4.2.1 Výpočet pro lokomotivu řady 753 na trati Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí

vlak číslo 3101

Tabulka 6: Jízdní řád lok.753 ve směru Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.

Lokomotiva řady 753 pro směr Valašské Meziříčí - Frýdlant nad Ostravicí

Stanice	Pravidelný příjezd dle jízdního řádu	Pravidelný Odjezd	Pravidelná jízdní doba [min]	Teoretická jízdní doba [min]	Vzdálenost [km]
Valašské Meziříčí		7:15			0,000
Hostašovice	7:24	7:26	9	7,951	8,223
Mořkov- hlavní trať	7:31	7:31	5	4,110	12,330
Veřovice	7:38	7:39	6,5	4,982	17,200
Frenštát pod Radhoštěm	7:49	7:53	10	8,307	24,740
Kunčice pod Ondřejníkem	8:01	8:02	8	6,707	31,672
Čeladná	8:06	8:07	4,5	4,296	35,266
Frýdlant nad Ostravicí	8:13		6	5,093	39,923

Pravidelná jízdní doba celkem	49	
Teoretická jízdní doba		41,4

Rozdíl mezi pravidelnou a teoretickou jízdní dobou	7,6	min
----------------------------------------------------	-----	-----

Celková doba jízdy dle jízdního řádu: 49 min.

Teoretická vypočítaná jízdní doba : 41,4 min.

Rozdíl vypočítané jízdní doby a jízdní doby dle jízdního řádu : 7,6 min.

4.2.2 Výpočet pro lokomotivu řady 753 na trati Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí

vlak číslo 3102

Tabulka 7: Jízdní řád lok.753 ve směru Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.

Lokomotiva řady 753 pro směr Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí

Stanice	Pravidelný příjezd dle jízdního řádu	Odjezd	Pravidelná jízdní doba [min]	Teoretická jízdní doba [min]	Vzdálenost [km]
Frýdlant nad Ostravicí		11:46			39,923
Čeladná	11:51	11:52	5,5	4,674	35,266
Kunčice pod Ondřejníkem	11:57	12:03	5	3,863	31,672
Frenštát pod Radhoštěm	12:11	12:13	8	6,664	24,740
Veřovice	12:23	12:24	10	7,221	17,200
Mořkov hlavní trať	12:30	12:30	6	5,252	12,330
Hostašovice	12:36	12:37	5,5	3,973	8,223
Valašské Meziříčí	12:45		8	8,023	0,000

Pravidelná jízdní doba celkem	48	
Teoretická jízdní doba		39,7

Rozdíl mezi pravidelnou a teoretickou jízdní dobou	8,3	min
----------------------------------------------------	-----	-----

Celková doba jízdy dle jízdního řádu: 48 min.

Teoretická vypočítaná jízdní doba : 39,7 min.

Rozdíl vypočítané jízdní doby a jízdní doby dle jízdního řádu : 8,3 min.

4.3 Výpočet tachogramu pro lokomotivu řady 755

4.3.1 Výpočet pro lokomotivu řady 755 na trati Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí

vlak číslo 3101

Tabulka 8: Jízdní řád lok.755 ve směru Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.

Lokomotiva řady 755 pro směr Valašské Meziříčí - Frýdlant nad Ostravicí

Stanice	Pravidelný příjezd dle jízdního řádu	Odjezd	Pravidelná jízdni doba [min]	Teoretická jízdni doba [min]	Vzdálenost [km]
Valašské Meziříčí		7:15			0,000
Hostašovice	7:24	7:26	9	7,956	8,223
Mořkov hlavní trať	7:31	7:31	5	4,065	12,330
Veřovice	7:38	7:39	6,5	4,838	17,200
Frenštát pod Radhoštěm	7:49	7:53	10	7,905	24,740
Kunčice pod Ondřejníkem	8:01	8:02	8	6,572	31,672
Čeladná	8:06	8:07	4,5	4,168	35,266
Frýdlant nad Ostravicí	8:13		6	5,013	39,923

Pravidelná jízdní doba celkem	49	
Teoretická jízdní doba		40,5
Rozdíl mezi pravidelnou a teoretickou jízdní dobou.	8,5	min

Celková doba jízdy dle jízdního řádu: 49 min.

Teoretická vypočítaná jízdní doba : 40,5 min.

Rozdíl vypočítané jízdní doby a jízdní doby dle jízdního řádu : 8,5 min.

4.3.2 Výpočet pro lokomotivu řady 755 na trati Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí

vlak číslo 3102

Tabulka 9: Jízdní řád lok.755 ve směru Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.

Lokomotiva řady 755 pro směr Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí

Stanice	Pravidelný příjezd dle jízdniho řádu	Pravidelná jízdni doba [min]	Teoretická jízdni doba [min]	Vzdálenost [km]
Frýdlant nad Ostravicí		11:46		39,923
Čeladná	11:51	11:52	5,5	4,617
Kunčice pod Ondřejníkem	11:57	12:03	5	3,778
Frenštát pod Radhoštěm	12:11	12:13	8	6,592
Veřovice	12:23	12:24	10	7,951
Mořkov hlavní trať	12:30	12:30	6	5,527
Hostašovice	12:36	12:37	5,5	4,053
Valašské Meziříčí	12:45		8	8,031

Pravidelná jízdní doba celkem	48
Teoretická jízdní doba	40,5

Rozdíl mezi pravidelnou a teoretickou jízdní dobou	7,5 min
----------------------------------------------------	---------

Celková doba jízdy dle jízdního řádu: 48 min.

Teoretická vypočítaná jízdní doba : 40,5 min.

Rozdíl vypočítané jízdní doby a jízdní doby dle jízdního řádu : 7,5 min.

Tabulka 10: Porovnání teoretických jízdních dob a pravidelných jízdních dob.

Traťový úsek	Pravidelná jízdni doba [min]	Teoretická jízdni doba lo.ř.753 [min]	Teoretická jízdni doba lo.ř.755 [min]
Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí	49,0	41,4	40,5
Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí	48,0	39,7	40,5

4.4 Výpočet spotřeby paliva

Po vytvoření tachogramu jízdy přecházím k výpočtu spotřeby paliva pro oba typy lokomotiv na sledovaném úseku.

4.4.1 Výpočet spotřeby paliva pro lokomotivu řady 753 s motorem ČKD z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí a zpět.

Základním podkladem pro výpočet spotřeby je trakční charakteristika a vytvořený tachogram jízdy. Z tachogramu jízdy vyplývá využití jednotlivých jízdnicích stupňů na daných sklonových úsecích. Každému jízdnicímu stupni odpovídá daná spotřeba. Sečtením jednotlivých dílčích spotřeb dostávám celkovou spotřebu na sledovaném úseku.

Tabulka 11: Spotřeba paliva na jednotlivých jízdnicích stupních dle trakční charakteristiky lok.753.

Spotřeba nafty		
stupeň	l/h	kg/h
0	31,5	26,5
1	51	47,9
2	78,8	66,2
3	100,6	84,5
4	122,4	103
5	136,4	131,4
6	227,9	191,4
7	278,8	234,2
8	349,1	293,2

4.4.2 Směr Valašské Meziříčí- Frýdlant nad Ostravicí

Úsek Valašské Meziříčí - Hostašovice (0,000- 8,223 km)

Pro přehlednost uvádím pouze výslednou tabulku využití jednotlivých stupňů po odpovídající dobu a převod na spotřebu v litrech za hodinu.

Tabulka 12: Spotřeba nafty Valašské Meziříčí – Hostašovice.

stupně	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	1,712	0,028	122,4	3,492
5	0,473	0,007	136,4	1,075
6	0,630	0,010	227,9	2,393
7	2,513	0,041	278,8	11,677
8	1,104	0,018	349,1	6,423
0	1,520	0,025	31,5	0,798
celková spotřeba [l]				25,9

Hostašovice – Mořkov (8,220-12,333 km)

Tabulka 13: Spotřeba nafty Hostašovice- Mořkov.

stupně	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,944	0,015	122,4	1,926
5	0,557	0,009	136,4	1,266
6	0,730	0,012	227,9	2,773
7	0,389	0,006	278,8	1,808
8	0,841	0,014	349,1	4,893
0	0,648	0,010	31,5	0,340
celková spotřeba [l]				13

Mořkov – Veřovice (12,330-17,200 km)

Tabulka 14: Spotřeba nafty Mořkov- Veřovice.

stupně	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,000	0	122,4	0
5	1,036	0,017	136,4	2,355
6	1,940	0,032	227,9	7,369
7	0,551	0,009	278,8	2,560
8	1,319	0,021	349,1	7,674
0	0,139	0,002	31,5	0,073
celková spotřeba [l]				20

Veřovice – Frenštát pod Radhoštěm (17,200 – 24,740 km)

Tabulka 15: Spotřeba nafty Veřovice – Frenštát pod Radhoštěm.

	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,535	0,008	1 22,4	1,091
5	0,455	0,007	136,4	1,034
6	0,270	0,004	227,9	1,026
7		0	278,8	0,000
8	1,609	0,026	349,1	9,362
0	5,440	0,090	31,5	2,856
celková spotřeba [l]				15,4

Frenštát pod Radhoštěm – Kunčice pod Ondřejníkem (24,740 -31,672 km)

Tabulka 16: Spotřeba nafty Frenštát pod radhoštěm- Kunčice pod Ondřejníkem.

	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,533	0,008	122,4	1,087
5		0	136,4	0,000
6	0,670	0,011	227,9	2,545
7	0,432	0,007	278,8	2,007
8	3,371	0,056	349,1	19,614
0	1,702	0,028	31,5	0,894
celková spotřeba [l]				26,1

Kunčice pod Ondřejníkem –Čeladná (31,672 – 35,266 km)

Tabulka 17: Spotřeba nafty Kunčice pod Ondřejníkem- Čeladná

	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4			122,4	
5			136,4	
6			227,9	
7			278,8	
8	0,635	0,010	349,1	3,695
0	3,661	0,061	31,5	1,922
celková spotřeba [l]				5,6

Čeladná- Frýdlant nad Ostravicí (31,672 -39,923 km)

Tabulka 18: Spotřeba nafty Čeladná- Frýdlant nad Ostravicí.

	Využití stupně [min]	Využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,556	0,009	122,4	1,134
5		0	136,4	0,000
6	0,070	0,001	227,9	0,276
7		0	278,8	0,000
8	0,660	0,011	349,1	3,840
0	3,804	0,063	31,5	1,997
celková spotřeba [l]				7,3

Celková spotřeba paliva na úseku Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí je 113,23 l.

4.4.3 Směr Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí

Frýdlant nad Ostravicí- Čeladná (0- 4,657 km)

Tabulka 19: Spotřeba nafty Frýdlant nad Ostravicí- Čeladná.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,067	0,001	122,4	0,137
5	0,396	0,006	136,4	0,900
6	1,010	0,016	227,9	3,833
7	0,722	0,012	278,8	3,355
8	1,832	0,030	349,1	10,659
0	0,650	0,010	31,5	0,341
celková spotřeba [l]				19,2

Čeladná-Kunčice pod Ondřejníkem (4,657 – 8,251 km)

Tabulka 20: Spotřeba nafty Čeladná – Kunčice pod Ondřejníkem.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4		0	122,4	0,000
5	0,096	0,002	136,4	0,218
6	0,57	0,009	227,9	2,150
7	0,526	0,009	278,8	2,444
8	2,028	0,034	349,1	11,80
0	0,650	0,011	31,5	0,341
celková spotřeba [l]				17

Kunčice pod Ondřejníkem-Frenštát pod Radhoštěm (8,251 – 15,183 km)

Tabulka 21: Spotřeba nafty Kunčice pod Ondřejníkem – Frenštát pod Radhoštěm.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4		0	122,4	0,000
5	0,336	0,006	136,4	0,764
6	0,08	0,001	227,9	0,311
7	0,000	0,000	278,8	0,000
8	0,983	0,016	349,1	5,719
0	5,260	0,088	31,5	2,762
celková spotřeba [l]				9,6

Frenštát pod Radhoštěm -Veřovice (15,183-22,723 km)

Tabulka 22: Spotřeba nafty Frenštát pod Radhoštěm – Veřovice.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,401	0,006	122,4	0,818
5	1,711	0,029	136,4	3,890
6	1,35	0,023	227,9	5,128
7	0,574	0,010	278,8	2,667
8	1,139	0,019	349,1	6,627
0	2,050	0,034	31,5	1,076
celková spotřeba [l]				20,2

Veřovice -Mořkov (15,1830 – 27,593 km)

Tabulka 23: Spotřeba nafty Veřovice – Mořkov.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,000	0,000	122,4	0,000
5	0,000	0,000	136,4	0,000
6	0,00	0,000	227,9	0,000
7	0,000	0,000	278,8	0,000
8	0,623	0,010	349,1	3,625
0	4,630	0,077	31,5	2,431
celková spotřeba [l]				6,1

Mořkov -Hostašovice (27,593 – 31,322 km)

Tabulka 24: Spotřeba nafty Mořkov- Hostašovice.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	0,347	0,006	122,4	0,707
5	0,000	0,000	136,4	0,000
6	0,09	0,001	227,9	0,322
7	0,132	0,002	278,8	0,613
8	0,615	0,010	349,1	3,578
0	2,790	0,047	31,5	1,464
celková spotřeba [l]				6,7

Hostašovice –Valašské Meziříčí (31,322-39,923 km)

Tabulka 25: Spotřeba nafty Hostašovice – Valašské Meziříčí.

stupně	Využití stupně [min]	využití stupně [h]	Stanovená spotřeba [l/h]	Vypočítaná spotřeba [l]
4	2,451	0,041	122,4	5,000
5	0,000	0,000	136,4	0,000
6	0,00	0,000	227,9	0,000
7	0,000	0,000	278,8	0,000
8	0,836	0,014	349,1	4,864
0	4,740	0,079	31,5	2,488
celková spotřeba [l]				12,4

Celková spotřeba paliva na úseku Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí je 91 l.

4.5 Výpočet spotřeby paliva pro lokomotivu řady 755 s motorem Caterpillar z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí a zpět.

Lokomotiva řady 755 má plynulou regulaci výkonu, tudíž není možné použít stejně jako u lokomotivy řady 753 odpovídající spotřebu nafty na jednotlivých stupních.

Je nutné zvolit následující postup:

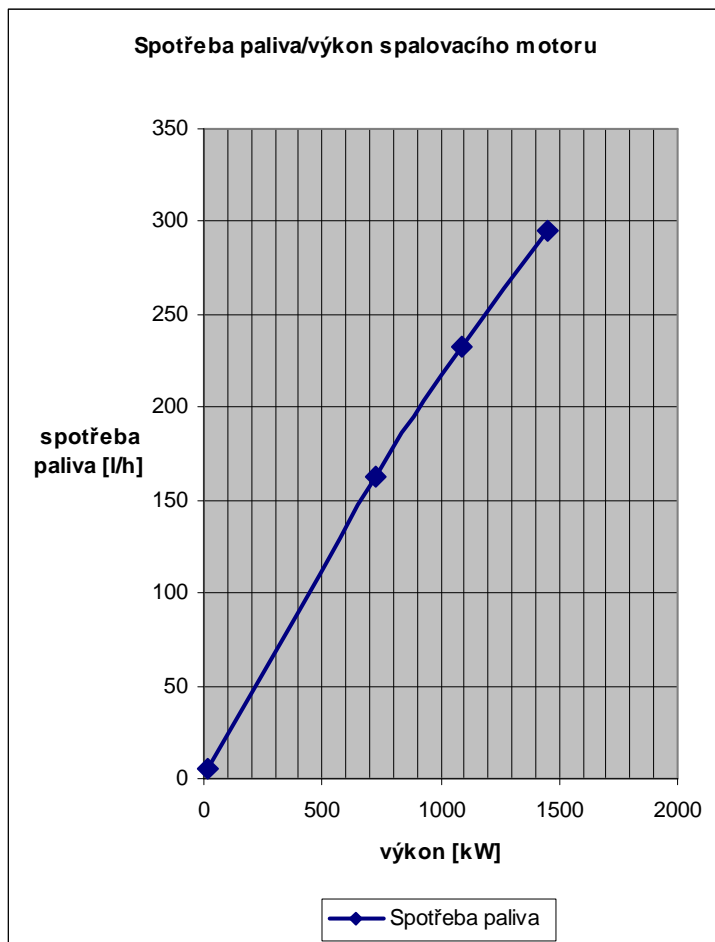
- Z trakční charakteristiky zjistit potřebnou tažnou sílu.
- Výpočet trakčního příkonu.

$$P_{TR} = \frac{F_o \cdot V}{3,6} [W]$$

- Výpočet odebíraného výkonu pomocným zařízením
- Výpočet potřebného výkonu spalovacího motoru

$$P_{SM} = P_{TR} + P_{PZ}$$

- Z grafu spotřeby paliva odečíst potřebné množství paliva na požadovaný výkon spalovacího motoru.
- Přepočet spotřeby na odpovídající časový úsek.
- Sečtení všech dílčích výsledků.



Graf 4: Graf závislosti výkonu motoru a spotřeby paliva

4.5.1 Odebíraný výkon pomocných zařízení

Podle mezinárodních zvyklostí se udává výkon motorové lokomotivy instalovaným výkonem naftového motoru. Celý výkon nemůže být využit pro pohon lokomotivy, protože část odebírá řada pomocných zařízení. [4]

$$P_{od} = \frac{P_{z1}}{\eta_{z1}} \cdot \frac{P_{z2}}{\eta_{z2}} \cdot \frac{P_{zn}}{\eta_{zn}} [kW] \quad (15)$$

P_{od}	[kW]	celkový odebíraný výkon pro pomocné pohony
P_z	[kW]	maximální příkon zařízení
η_z	[1]	účinnost pohonů

Celkový odebíraný výkon z naftového motoru pro pomocné pohony u lokomotivy řady 755 je dle vztahu (15) 128 kW. Použité hodnoty pro příkony a účinnosti pomocných pohonů vycházejí z [4]. Výslednou hodnotu 128 kW jsem získal sečtením odebíraného výkonu z volného konce hřídele naftového motoru a odebíraného výkonu na straně trakčního alternátoru.

4.5.2 Směr Valašské Meziříčí- Frýdlant nad Ostravicí

Ukázka výpočtu spotřeby paliva.

Pro výpočet spotřeby paliva u řady 755 v jednotlivém kroku potřebu znát následující hodnoty. (hodnoty volím)

ΔV_i 40 km·h⁻¹ rychlost ve výpočtovém kroku

F_o 90 000 N tažná síla na obvodu kol

Odebíraný výkon:

$$P_{TR} = \frac{90000 \cdot 40}{3,6} = 1000 kW$$

$$P_{SM} = 1000 + 128$$

$$P_{SM} = 1128 kW$$

V grafu č.4 najdeme odpovídající spotřebu nafty výkonu 1 128 kW. To je 230 l/h.

Tabulka 26: Spotřeba nafty v úseku Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí

Úsek	spotřeba paliva [l]
Valašské Meziříčí	
Hostašovice	20,999
Mořkov hlavní trať	8,916
Veřovice	14,192
Frenštát pod Radhoštěm	11,922
Kunčice pod Ondřejníkem	18,174
Čeladná	4,366
Frýdlant nad Ostravicí	5,242

Spotřeba nafty celkem [l]	83,8
---------------------------	------

Tabulka 27: Spotřeba nafty v úseku Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí

Úsek	spotřeba paliva [l]
Frýdlant nad Ostravicí	
Čeladná	14,011
Kunčice pod Ondřejníkem	11,967
Frenštát pod Radhoštěm	7,688
Veřovice	15,543
Mořkov hlavní trať	5,097
Hostašovice	5,116
Valašské Meziříčí	8,582
Spotřeba nafty celkem [l]	68

Lokomotiva řady 755 na sledovaném úseku ve směru Valašské Meziříčí – Frýdlant nad Ostravicí spotřebuje 83,8 l nafty. Při jízdě zpět potřebuje 68 l.

5 Porovnání zjištěných parametrů

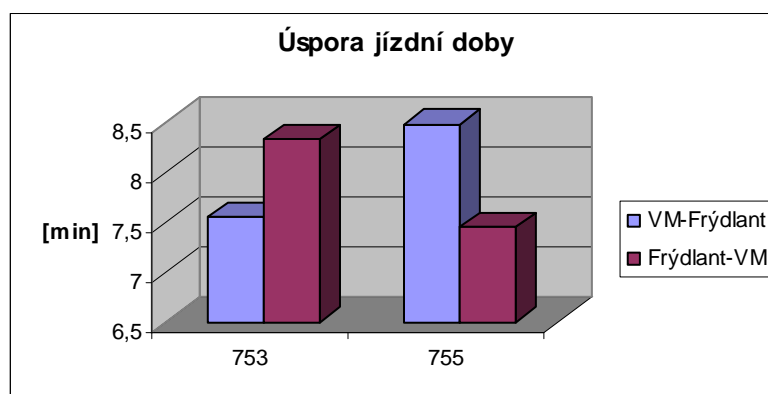
Cílem má práce bylo porovnat dvě výše uvedené lokomotivy, který vycházejí ze společného typu. Obě lokomotivy porovnávám na stejném traťovém úseku se stejnou vlakovou soupravou. Zaměřil jsme se na schopnost dodržování jízdní doby stanovenou sešitovým jízdním řádem ČD a na porovnání spotřeby paliva. Porovnání spotřeby je mimo jiné jedním z hlavních kritérií pro posouzení návratnosti investice do modernizace původního typu lokomotivy.

5.1 Dodržení jízdní doby

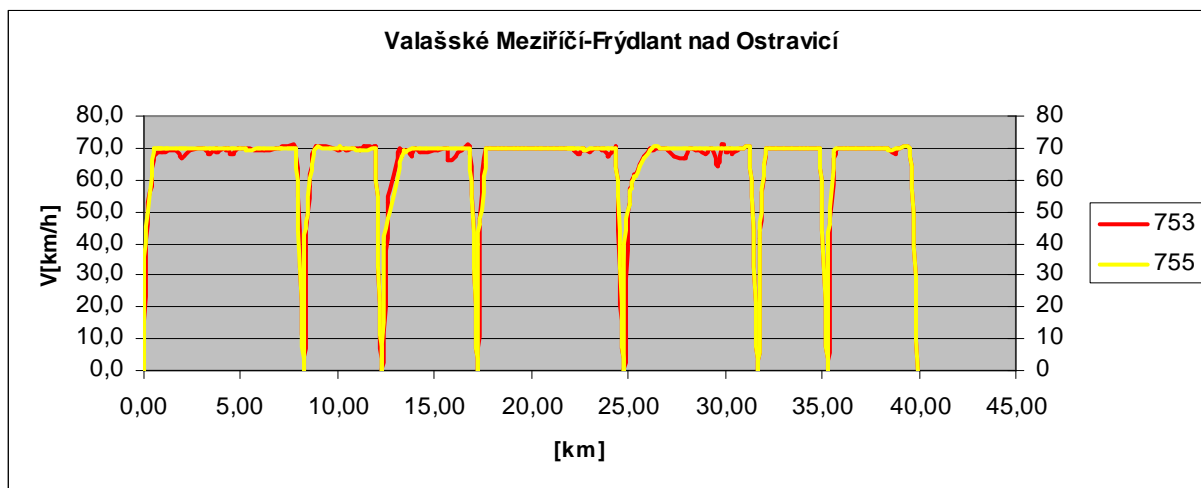
Tabulka 28: Porovnání teoretické úspory jízdní doby

	Vypočítaná úspora jízdní doby 753 [min]	Vypočítaná úspora jízdní doby 755 [min]
Dodržení jízdní doby		
Valašské Meziříčí - Frýdlant nad Ostravicí	7,6	8,5
Frýdlant nad Ostravicí - Valašské Meziříčí	8,3	7,5

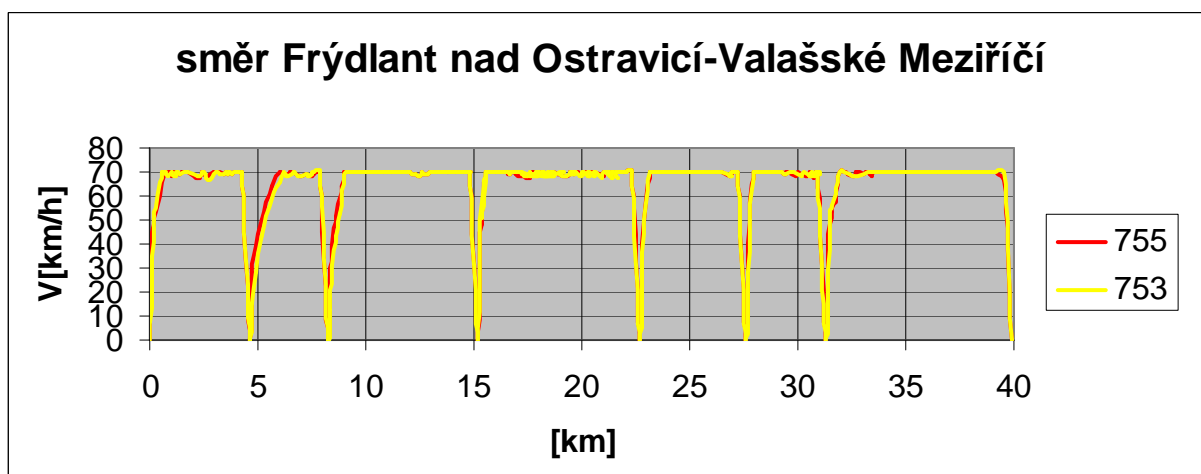
Tabulka č.29 ukazuje úsporu času teoretické jízdní doby proti skutečné jízdní době danou jízdním řádem ČD. Z výsledku je patrné, že oba typy lokomotiv jsou schopny zkrátit jízdní dobu. Do stanovené jízdní doby je započítaná časová rezerva pro dočasné pomalé jízdy na trati a další omezení. Z tabulky je dále patrné, že lokomotiva řady 755 s výkonem motoru 1455 kW je na sledovaném úseku z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí rychlejší. Jedná se o náročný terén s řadou prudkých stoupání, kde je využit vyšší výkon spalovacího motoru. Na úseku z Frýdlantu nad Ostravicí do Valašského Meziříčí dosahuje úspory času zase lokomotiva řady 753.



Graf 5: Porovnání úspory jízdních dob.



Graf 6: Dráhový tachogram jízdy pro směr Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostravicí.



Graf 7: dráhový tachogram jízdy pro směr Frýdlant nad Ostravicí-Valašské Meziříčí.

5.2 Spotřeba paliva

Z vypočítaných výsledků vychází celková spotřeba pro lokomotivu řady 753 ve směru tam i zpět **203,7 l**.

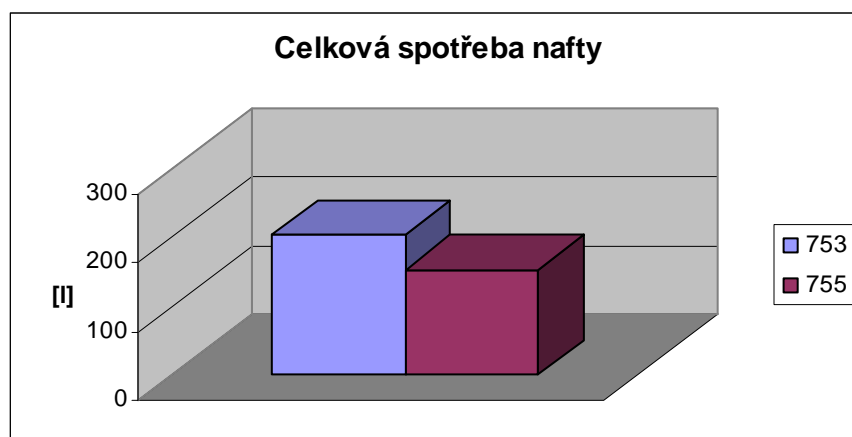
Lokomotiva řady 755 spotřebuje pro stejný pár vlaků **152,6 l**.

Zjištěná úspora při použití lokomotivy řady 755 s motorem Caterpillar na sledovaném úseku pro jeden pár vlaku je **51,1 l**.

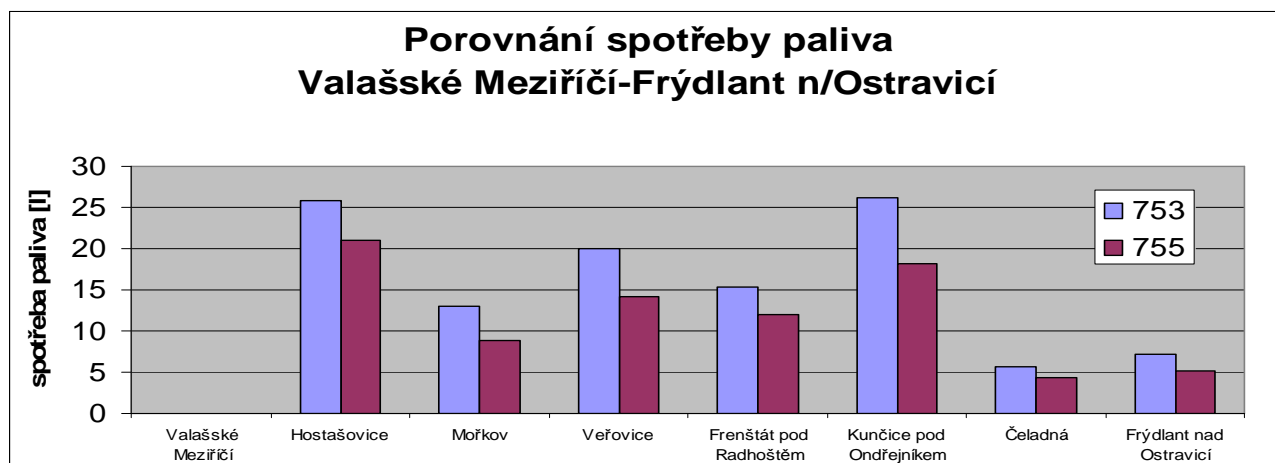
Tabulka 29: Porovnání spotřeby obou lokomotiv pro jeden pár vlaků.

	<u>753</u>	<u>755</u>
Valašské Meziříčí	[I]	
Hostašovice	25,9	21
Mořkov	13	8,9
Veřovice	20	14,2
Frenštát pod Radhoštěm	15,4	11,9
Kunčice pod Ondřejníkem	26,1	18,2
Čeladná	5,6	4,4
Frýdlant nad Ostravicí	7,2	5,2
Celkem spotřeba [I]	113,2	83,8

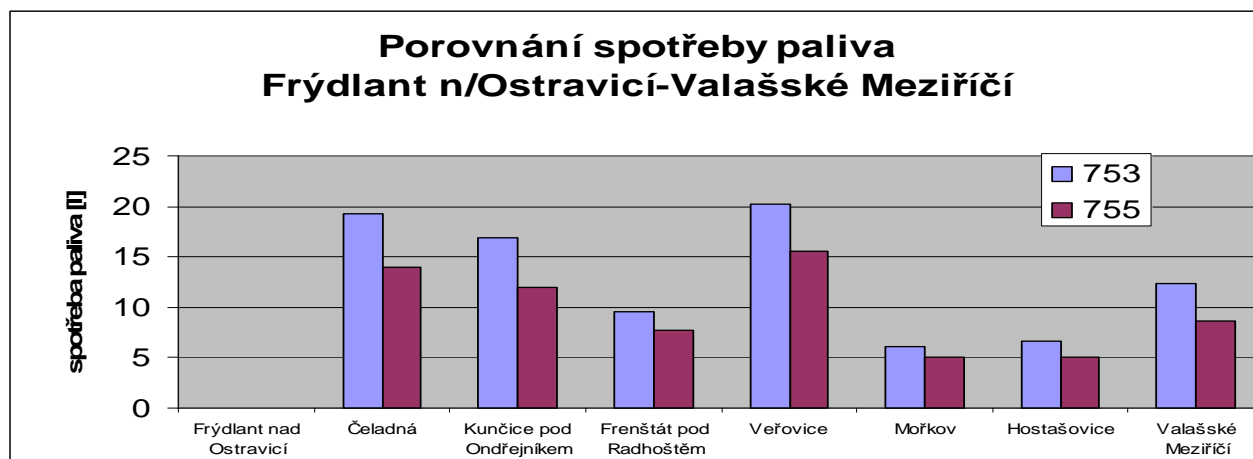
	<u>753</u>	<u>755</u>
Frýdlant nad Ostravicí	[I]	
Čeladná	19,2	14
Kunčice pod Ondřejníkem	17	12
Frenštát pod Radhoštěm	9,6	7,7
Veřovice	20,2	15,5
Mořkov	6,1	5,1
Hostašovice	6,7	5,9
Valašské Meziříčí	11,7	8,6
Celkem spotřeba [I]	90,5	68,8



Graf 8: Porovnání celkové spotřeby nafty.



Graf 9: Porovnání spotřeby obou lokomotiv v úseku Valašské Meziříčí-Frýdlant nad Ostraví



Graf 10: Porovnání spotřeby obou lokomotiv v úseku Frýdlant nad Ostraví- Valašské Meziříčí

Rozdíl vynikne na příkladu:

Při jízdě lokomotivy řady 755 na sledovaném úseku každý den v roce (365 dní) vychází rozdíl spotřeby pro jeden pár vlaku : 18651,5 l.

Při nákupní ceně nafty cca 20,35 Kč (cena k 20.3.2009) vyjde finanční úspora: 379 558 Kč.

Tabulka 30: Platby za naftu při ročním provozu.

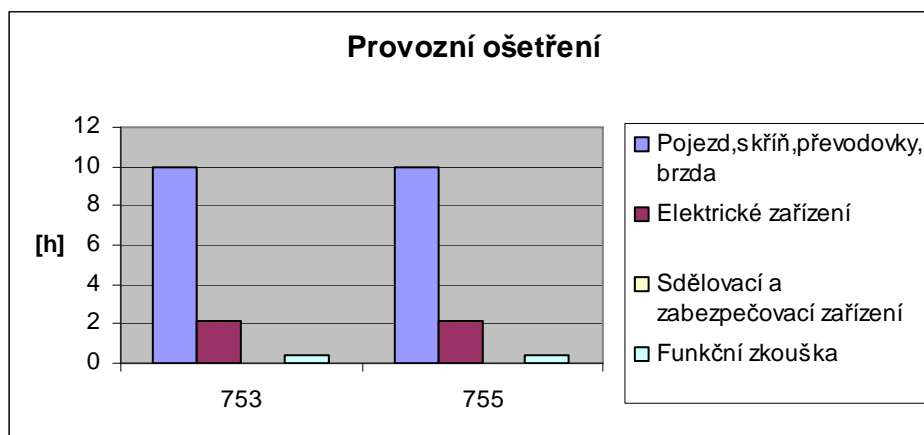
Platby na naftu v Kč		
755	365·156,2·20,35	1 133 474,7
753	365·203,7·20,35	1 513 032,8
	celkový rozdíl	379 558 Kč

V současné době je na sledovaném úseku provoz osobních vlaků zajišťován motorovými vozy řady 842, 843 a 810. Lokomotivy řady 753(respektive 754) jsou nasazovány pouze na spěšné vlaky a rychlíky. Lokomotivy řady 753 jsou hlavně využívány v úseku Ostrava hlavní nádraží až Frenštát pod Radhoštěm, kde je velká kapacita přepravovaných osob. Pro provoz z Frenštátu pod Radhoštěm do Valašského Meziříčí je dostatečné kapacita motorových vozů 810, 842, 843. Počet nasazení lok.753 je dán sešitovým jízdním řádem. V současném jízdním řádě jsou lokomotivy 753 nasazovány na tyto vlaky: směr VM-Frýdlant n/Ost.: R 1445, Sp 1643, os 3107 a zpět R 1446, Sp 1644, os 3108.

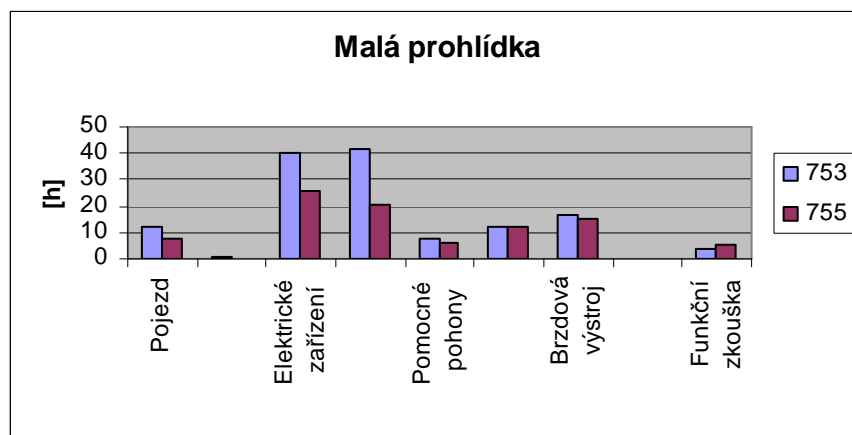
Když se použije vypočítaná úspora pro jeden pár vlaků 379 558 Kč na tři vyjmenované vlaky vyjde celková úspora 759 116,05 Kč při použití lokomotivy řady 755 s motorem Caterpillar.

5.3 Nároky na údržbu

Údržbu porovnávám v období od velké prohlídky (V) do velké prohlídky (V). V období je zahrnuto devět malých prohlídek. Každá malá prohlídka má osmnáct provozních ošetření.



Graf 11: Pracnost provozního ošetření.



Graf 12: Pracnost při malé prohlídce

Pracnost při provozním ošetření u obou lokomotiv je 12,5 h.
 Při malé prohlídce je u lokomotivy řady 753 pracnost 134,3 hodin.
 U řady 755 je pracnost 92,9 hodin.
 Cena jedné hodiny práce je 300 Kč/h.

tabulka 31: Náklady na údržbu

	<u>753</u>	<u>755</u>
Provozní ošetření pracnost [h]	12,5	12,5
Provozní ošetření celkem (180x)[h]	2250	2250
Malá prohlídka pracnost [h]	134,3	92,9
Malá prohlídka celkem (9x) [h]	1208,7	836,1
Celkem pracnost [h]	3458,7	3086,1
Náklady celkem (300 Kč/h) [Kč]	1 037 610 Kč	925 830 Kč

Celkové náklady na mzdy při údržbě ve zvoleném období u lokomotivy řady 753 jsou
1 037 610 Kč.

Náklady při té samé údržbě vychází u lokomotivy řady 755 jen **925 830 Kč.**

Při údržbě lokomotivy řady 755 je úspora 111 780 Kč.

6 Provozně-technické hodnocení

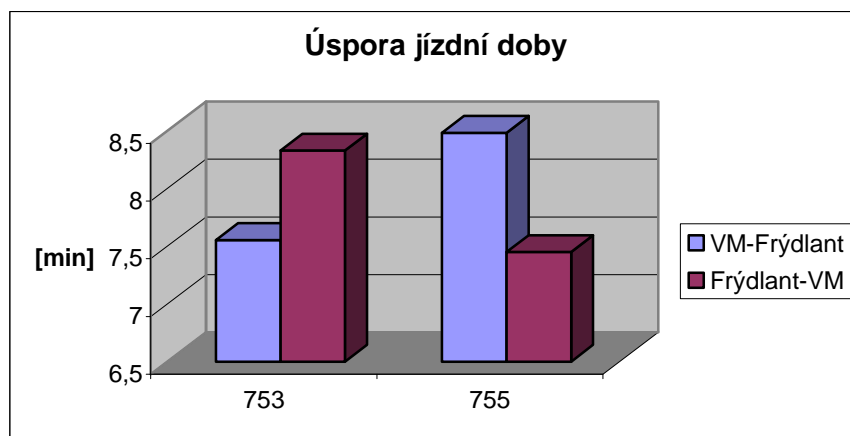
Závěrem bych rád zhodnotil všechny zjištěné výsledky. Lokomotiva řady 755 je modernizovaná verze řady 750-753.

Její hlavní předností je změna spalovacího motoru z původního ČKD K 12 V 230 DR za motor Caterpillar s vyšším výkonem.

Obě lokomotivy vycházejí ze stejného typu s množstvím totožných prvků. Na zlepšení jízdních vlastností má hlavně vliv rekonstrukce uložení hlavního rámu lokomotivy na podvozku. U řady 755 jsou nahrazeny původní závěsky pryžokovovými sloupky. Sloupky díky své poddajnosti vytvářejí jak druhotné svislé vypružení, tak i příčné vypružení. Zároveň snižují odpory podvozku při průjezdu obloukem a umožňují snadnější natáčení podvozku.

Porovnání jízdních dob

Obě sledované lokomotivy jsou schopné dodržovat stanovanou jízdní dobu jízdním řádem ČD. Protože se jedná o teoretický výpočet nejsou do výpočtu zahrnuty skutečné poměry na trati jako jsou dočasné pomalé jízdy atd. Z výsledku jsem zjistil, že lokomotiva řady 755 má větší úsporu jízdní doby směrem z Valašského Meziříčí do Frýdlantu nad Ostravicí. Při jízdě zpět má však větší úsporu lokomotiva řady 753.

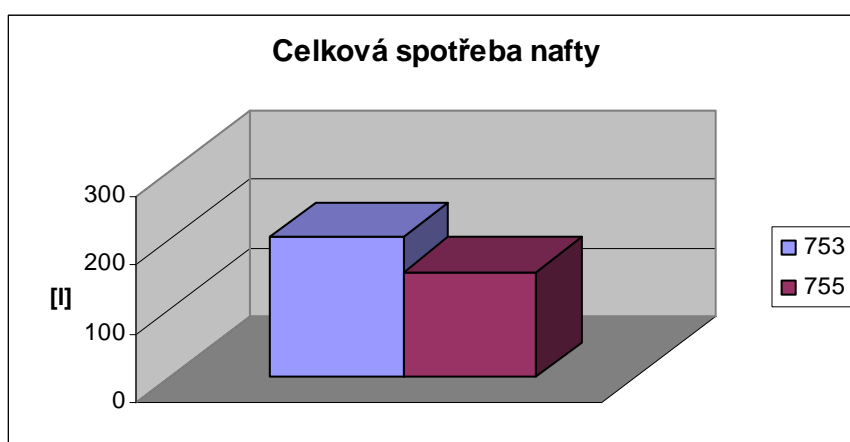


Graf 13: Porovnání úspory jízdních dob.

Spotřeba paliva

Nový motor má vliv na nižší spotřebu nafty a je schopný ušetřit velkou částku za výdaje na palivo.

Lokomotiva řady 753 pro jeden pár vlaků spotřebuje celkem 203,7 l. Lokomotiva řady 755 potřebu pro svoji jízdu 152,6 l. Úspora činní 51,1 l. Při ceně nafty 20,35 Kč a provozu lokomotivy po 365 dnů je finanční úspora 379 558 Kč.

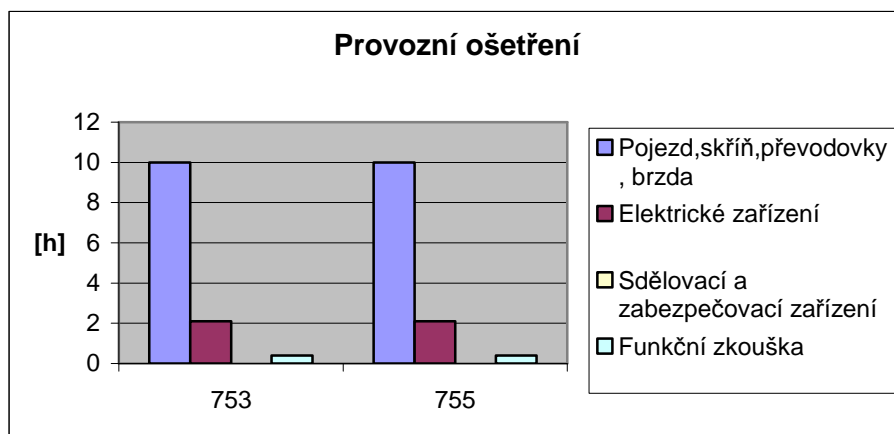


Graf 14: Porovnání celkové spotřeby nafty.

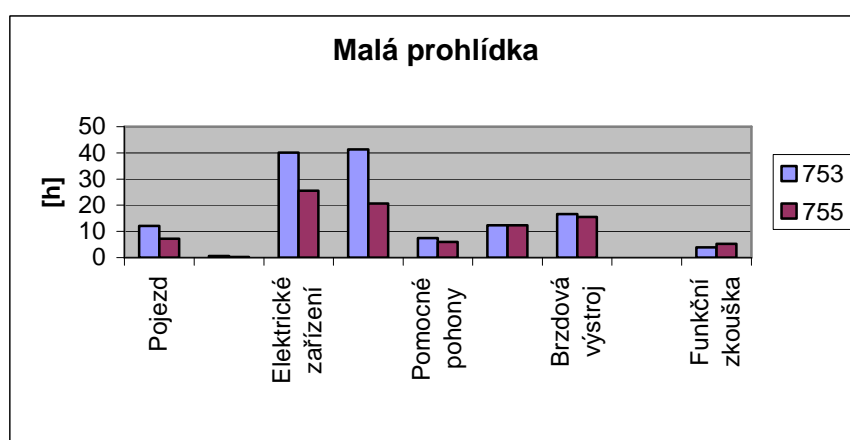
Údržba

Pro sledování nároků na údržbu jsem si vybral pro přehlednost časový úsek od velké prohlídky do velké prohlídky. Tento časový úsek je závislý na počtu ujetých kilometrů kde maximální horní hranice určuje předpis ČD V25.

Ve sledovaném úseku jsou zahrnuty malé prohlídky i provozní ošetření. Malá prohlídka (M) se provede devětkrát a provozní ošetření (PO) celkem stosedmdesátkrát. Každá prohlídka se liší počtem údržbářských úkonů a časovou pracností.



Graf 15: Provozní ošetření .



Graf 16: Malá prohlídka

Při porovnání nároků za celé období jsem zjistil, že na údržbu lokomotivy řady 753 je potřeba **1 037 61 Kč** a na řady 755 jen **925 830 Kč**. Celková úspora je **111 780 Kč**.

Tabulka 32: Náklady na údržbu.

	<u>753</u>	<u>755</u>
Provozní ošetření pracnost [h]	12,5	12,5
Provozní ošetření celkem (180x)[h]	2250	2250
Malá prohlídka pracnost [h]	134,3	92,9
Malá prohlídka celkem (9x) [h]	1208,7	836,1
Celkem pracnost [h]	3458,7	3086,1
Náklady celkem (300 Kč/h) [Kč]	1 037 610 Kč	925 830 Kč

7 Závěr

Potřeba modernizace vozidel je dána technickým vývojem a nestejnou opotřebení hlavních dílů. Vzhledem k dlouhé životnosti vozidla je někdy výhodné investovat do modernizace a ne do opravy. Získají se tak úspory v provozních nákladech.

Ve své práci jsem porovnával provozní vlastnosti obou typů lokomotiv. Zaměřil jsem se hlavně na porovnání nároků na údržbu, dodržování stanovené jízdní doby na určitém traťovém úseku a spotřebu paliva při jízdě.

Při porovnání nároků na údržbu jsem zjistil, že při údržbě lokomotivy řady 753 v časovém období od velké prohlídky do velké prohlídky je potřeba vynaložit o 372,6 hodin více práce na údržbu než na řadu 755, což zvyšuje náklady na mzdy o 111 780 Kč. Největší podíl na vyšší pracnosti jde na údržbu zastaralého spalovacího motoru a elektrického zařízení.

Při výpočtu tachogramu jízdy a následného porovnání jízdních dob v jednotlivých úsecích jsem došel k závěru, že oba sledované typy lokomotiv jsou schopné dodržovat stanovenou jízdní dobu a ve všech případech ji i dokonce zkrátit. Krácení jízdní doby je relativní, protože jsem do výpočtu nezahrnoval reálný stav na trati, který má vliv na jízdní doby.

Při porovnání spotřeby paliva jsem vycházel z vytvořeného tachogramu jízdy. U řady 753 jsem spotřebu vypočítal pomocí trakční charakteristiky kde je tabulka se stanovenou spotřebou paliva na jednotlivých jízdních stupních. Sečetl jsem jednotlivé dílčí spotřeby a vyšlo, že lokomotiva pro jeden pár vlaku spotřebuje 203,7 l nafty. U řady 755 nešlo použít stanovenou spotřebu na jednotlivých jízdních stupních, protože řada 755 má plynulou regulaci výkonu. Celkový výkon lokomotivy se udává výkonem spalovacího motoru kterým je osazena. Tento výkon však nelze celý použít pro pohyb vozidla, protože část výkonu odebírají pro svůj pohon pomocné zařízení. Nejdříve jsem vypočítal odebíraný výkon pomocným zařízením a sečetl s potřebným trakčním příkonem. Tomuto výkonu odpovídá v grafu spotřeby paliva. Sečtením všech dílčích výsledků vyjde celková spotřeba a to 152,6 l nafty. Výslednou úsporu paliva při jízdě lokomotivy řady 755 pro jeden pár vlaků jsem vypočítal 51,1 l.

Ve všech sledovaných parametrech vykazuje lokomotiva řady 755 lepší provozní vlastnosti a značnou úsporu jak časovou při údržbě tak i finanční za spotřebovanou naftu.

Je však otázka, zda i tak velká úspora financí je schopna pokrýt náklady na rekonstrukci, které se pohybují kolem 27 miliónu korun za kus. Lokomotiva nabízí řadu moderních prvků v ovládání lokomotivy i vyšší komfort pro práci obsluhy. Naopak řada prvků je původních a výhledově budou muset být znovu modernizovány, což opět zvýší cenu nákladů. V porovnání

s lokomotivou 755 je lokomotiva řady 753 původní od svého vzniku. V současné době probíhají vyvazovací opravy s celkovou renovací všech dílů. Po vyvazovací opravě je lokomotiva schopna plnit svou funkci řadu let a částka není tak vysoká jako u řady 755. Velkou výhodou vidím u lokomotivy 753 v používání řady unifikovaných dílů, které je možno kombinovat s ostatními typy lokomotiv jako je např. lok.742 a tím dochází k úspoře ceny náhradních dílů.

Budoucnost železniční dopravy směřuje k elektrifikaci všech tratí. Možná by bylo lepší investovat do přípravy a realizace elektrifikace a využívat současné motorové lokomotivy, než modernizovat za velké částky staré stroje.

Použitá literatura

- [1] Široký, Jaromír. *Mechanika v dopravě 1*. Ostrava: VŠB-TUO, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2003. 121 s.
- [2]. ČKD-Lokomotivka. Praha. *Instrukce pro provoz a údržbu motorové lokomotivy T 478.3 a její popis. Díl 1*. 1976.
- [3] ČMKS holding a.s. Nymburk. *Motorová lokomotiva řady 755*. 2006. 150 s.
- [4] Mizerovský, Jiří. *Motorová lokomotiva T 478.3*. Praha: Státní tiskárna, Praha 10, 1975. 360 s.

Příloha

Příloha 1: Trakční charakteristika řady 753	60
Příloha 2: Trakční charakteristika řady 755	61
Příloha 3: Graf spotřeby paliva řady 755	62
Příloha 4: Tabulkové zpracování tachogramu jízdy řady 753	63

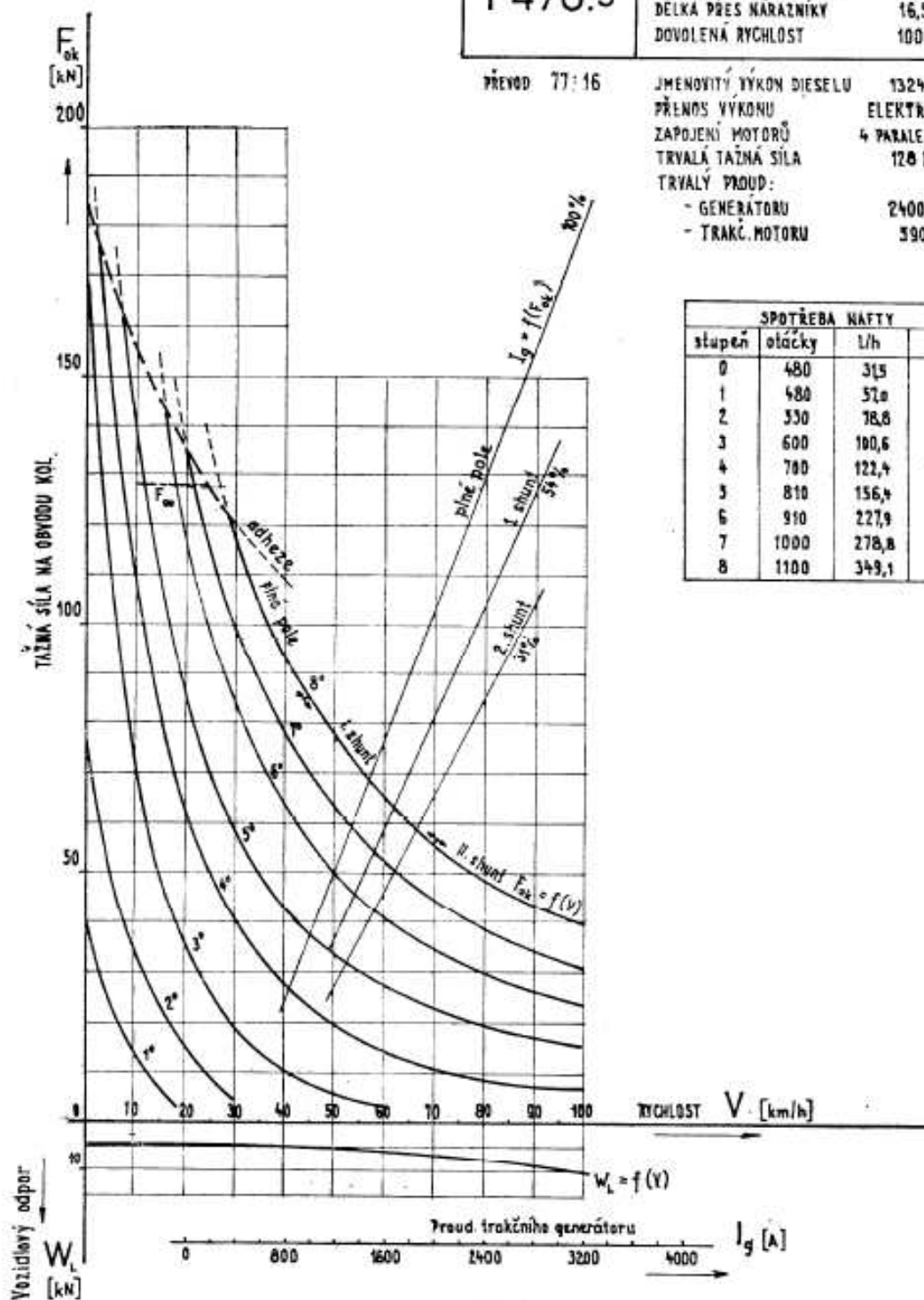
ROZSAH II

T 478.3

HMOTNOST VE SLUŽBĚ 76 t
PRŮMĚR STR. QJETÝCH KOL 965 mm
DĚLKA PŘES NÁRAZNÍKY 16,5 m
DOVOLENÁ RYCHLOST 100 km/h

PŘEVOD 77:16

JMENOVITÝ VÝKON DIESELU 1324 kW
PŘENOS VÝKONU ELEKTRICKÝ
ZAPOJENÍ MOTORŮ 4 PARALELNĚ
TRVALÁ TAŽNÁ SÍLA 120 kN
TRVALÝ PROUD:
- GENERÁTORU 2400 A
- TRAKČ. MOTORU 390 A

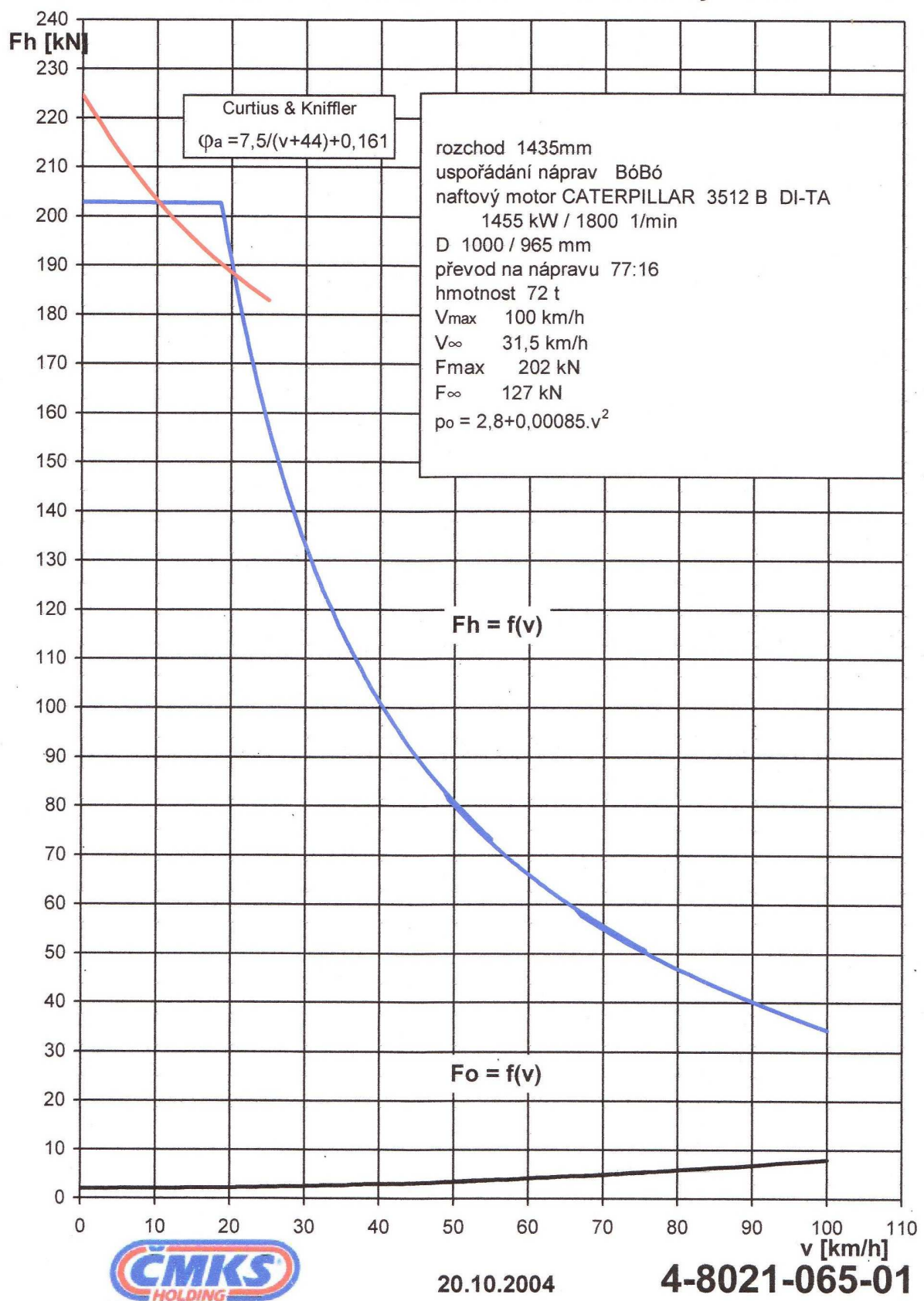


SPOTŘEBA NAFTY			
stupeň	otáčky	l/h	kg/h
0	480	31,5	26,3
1	480	57,0	47,9
2	530	78,8	66,2
3	600	100,6	84,5
4	700	122,4	103,0
5	810	156,4	131,4
6	910	227,9	191,4
7	1000	278,8	234,2
8	1100	349,1	293,2

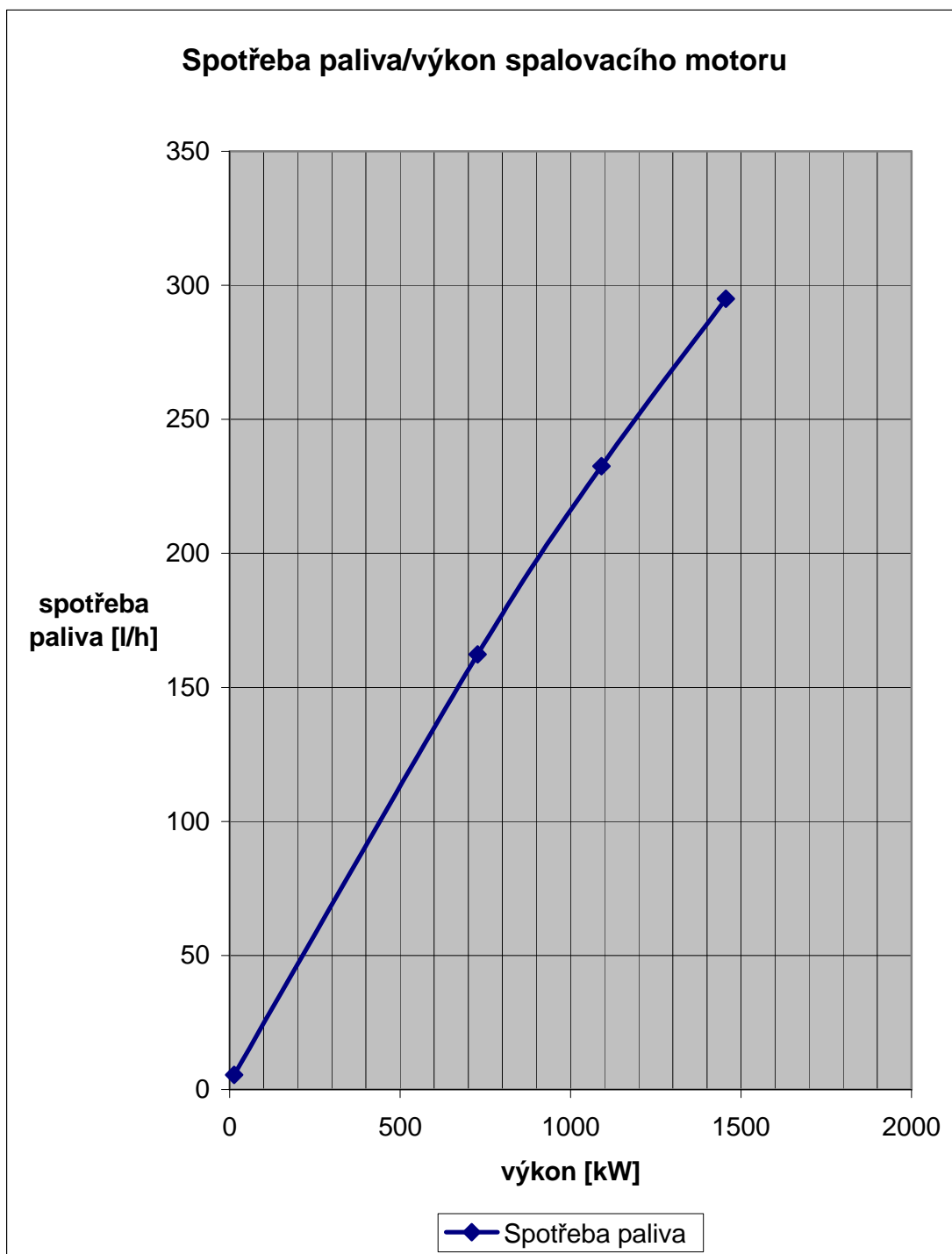
FMD 1980

Příloha 1: Trakční charakteristika řady 753

TRAKČNÍ CHARAKTERISTIKA lokomotivy 755.0



Příloha 2: Trakční charakteristika řady 755



Příloha 3: Graf spotřeby paliva řady 755

číslo	V_{i-1} [km·h ⁻¹]	ΔV_i [km·h ⁻¹]	V_i [km·h ⁻¹]	V_s [km·h ⁻¹]	F_o [N]	s_o [‰]	s_r [‰]	ρ_s [‰]	ΔT_i [min]	ΔL_i [km]	L_i [km]	RS
1	0,0	30,0	30,0	15,0	147000	65,25	-0,68	65,9	0,228	0,057	0,057	as
2	30,0	20,0	50,0	40,0	95000	40,78	-0,68	41,5	0,241	0,161	0,218	8
3	50,0	10,0	60,0	55,0	70000	28,63	-0,68	29,3	0,171	0,156	0,374	8
4	60,0	10,0	70,0	65,0	60000	23,45	-0,68	24,1	0,207	0,224	0,598	8
5	60,0	3,7	63,7						0,076	0,082	0,456	
6	63,7	5,0	68,7	68,2	60000	23,38	11,86	11,5	0,217	0,238	0,695	8
7	63,7	4,2	67,9						0,181	0,200	0,656	
8	67,9	1,0	68,9	68,4	48000	17,74	15,80	1,9	0,258	0,294	0,950	7
9	68,9	1,0	69,9	68,4	45000	16,30	15,80	0,5	0,989	1,155	1,811	7
10	68,9	0,6	69,5						0,648	0,749	1,699	
11	68,5	-1,0	68,5	68,0	45000	16,32	20,82	-4,6	0,109	0,125	1,824	7
12	69,5	-2,5	67,1						0,268	0,308	2,007	
13	67,1	2,0	69,1	68,1	48000	17,76	15,84	1,9	0,520	0,590	2,414	7
14	68,1	1,00	70,1	68,6	45000	16,29	15,84	0,4	1,12	1,286	3,710	7
15	69,1	0,6	69,6						0,623	0,722	3,136	
16	69,6	-1,00	68,6	69,1	47000	17,23	22,14	-4,9	0,10	0,117	3,253	7
17	68,6	-1,00	67,6	68,1	48000	17,76	22,14	-4,4	0,11	0,130	3,383	7
18	68,6	-0,8	67,8						0,095	0,108	3,361	
19	67,8	3,00	70,8	69,3	58000	21,33	17,14	4,2	0,36	0,413	3,774	8
ametry tachogram-VM-Hos / host-moř / mořkov-veřovice / veřovice-fřenštát / fřen-kunčice /												8

Příloha 4: Tabulkové zpracování tachogramu jízdy řady 753

